

الجزء الخاص بالشرح

البـــاب الاول
الفصــــل الاول
الدعامة والحركة



الفصل الأول: الدعامة والحـركة في الكائنات الحية

اولا: الدعـامـة في النبـات

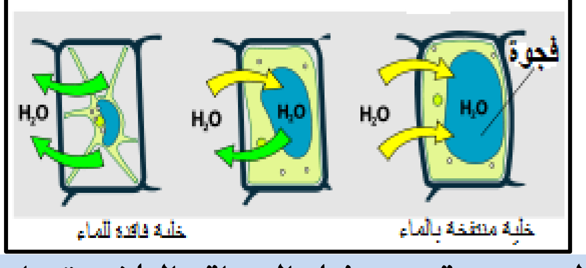
الدرس الاول

- يحتوي النبات على وسائل وأجهزة دعامية وذلك لأن هذه الوسائل تعمل على تدعيم النبات وتحافظ على شكله وتقية من العوامل الخارجية.
- ما هي أنواع الدعامة في النبات: تنقسم الدعامة في النباتات الى نوعين رئيسيين وهما

(أ) الدعامة الفسيولوجية

١- التعريف ... تتناول هذه الدعامة الخلية النباتية كلها وذلك نتيجة امتصاصها الماء بالخاصية الاسموزية ثم انتفاخها نتيجة ذلك وكبر حجمها.

٢- تفسير انتفاخ الخلية النباتية بعد اكتسابها الدعامة الفسيولوجية.



رسم توضيحي يبين طريقة الدعامة الفسيولوجية

١. عندما يكون تركيز الماء خارج الخلية أكبر من تركيزه داخلها يدخل الماء بالخاصية الأسموزية إلى الفجوة العصارية للخلية
٢. فيزيد حجم العصير الخلوي فيزيد ضغطه ثم يضغط على البروتوبلازم (السيتوبلازم و العضيات الموجودة به مثل النواة والبلاستيدات الخضراء وغيرهما)
٣. مما يؤدى الى دفع البروتوبلازم للخارج نحو الجدار الخلوي الذي يتمدد نتيجة الضغط الواقع عليه.
٤. وبذلك تنتفخ الخلية النباتية وتصبح ذات جدار متوتر مشدودة ويكبر حجم الخلية النباتية. ومن ثم تكتسب الخلية النباتية الدعامة الفسيولوجية

٣- تفسير ارتخاء الخلية النباتية بعد فقدها الدعامة الفسيولوجية.



١. عندما يكون تركيز الماء خارج الخلية اقل من تركيزه داخلها يخرج الماء من الخلية النباتية الى خارجها مما يؤدى الى قلة حجم العصير الخلوي مما يؤدى الى قلة ضغطه فتنكمش الفجوة العصارية نتيجة قلة حجم العصير الخلوي بداخلها
٢. وبالتالي يقل الضغط على البروتوبلازم (السيتوبلازم وما به من عضيات كالنواة والبلاستيدات وغيرهما ....)
٣. مما يؤدى الى قلة الضغط على الجدار الخلوي للخلية



النباتية وبالتالي يزول عنه التوتر

٤. فتنكمش الخلية النباتية ويصغر حجمها وبالتالي تفقد الدعامة الفسيولوجية

٤- أمثلة على الداعمة الفسيولوجية للنبات

١. انتفاخ وكبر حجم ثمار الفاكهة المنكمشة أو الضامرة عند وضعها فى الماء لفترة (أي اكتسابها الدعامة الفسيولوجية) .... علل/

وذلك بسبب امتصاص هذه الفاكهة المنكمشة للماء بالخاصية الاسموزية مما يؤدى الى انتفاخ الفجوة العصارية وزيادة حجم العصير الخلوي الموجود بداخلها مما يؤدى الى زيادة ضغطه ثم تضغط الفجوة العصارية على البروتوبلازم الذي يضغط بدورة على جدار الخلية وفى النهاية تتوتر وتنتفخ الفاكهة.

٢. انكماش وضمور بعض البذور الغضة (المنتفخة) كالبسلة والفول عند تركها لمدة معرضة للهواء او الشمس (أي فقدها الدعامة الفسيولوجية) .... علل/

وذلك بسبب فقدها الماء بالخاصية الاسموزية الى الوسط الخارجي مما يؤدى الى قلة حجم العصير الخلوي في الفجوة العصارية مما يؤدى الى قلة ضغط الفجوة العصارية على البروتوبلازم مما يؤدى الى قلة الضغط الواقع على الجدار الخلوي وهذا يؤدى في النهاية الى ضمور البذور والفاكهة

٣. ذبول وارتخاء ساق وأوراق النباتات العشبية عند الجفاف الشديد للتربة. (أي فقدها الخاصية الاسموزية) ثم تستعيد استقامتها إذا ما رويت التربة (أي اكتسابها الخاصية الاسموزية)

هام جدا

علل ... الدعامة الفسيولوجية دعامة مؤقتة؟

وذلك لان الدعامة الفسيولوجية في النبات تعتمد على الخاصية الأسموزية التي تتأثر بتركيز الماء داخل وخارج الخلية النباتية:

١. عندما يكون تركيز الماء خارج الخلية أكبر من داخلها ينتقل الماء من التربة إلى الفجوة العصارية للخلية بالخاصية الاسموزية فيزداد حجم العصير الخلوي بالفجوة العصارية مما يؤدى الى زيادة ضغط العصير الخلوي الذي يضغط على البروتوبلازم الذي يضغط بدوره على جدار الخلية فيدفعه للخارج فيتوتر فتكبر الخلية في الحجم (اكتسبت الدعامة الفسيولوجية)

٢. عندما يكون تركيز الماء داخل الخلية أكبر من خارجها ينتقل الماء الى خارجها فيقل ضغط الماء داخل الفجوة العصارية للخلية فيقل حجم العصير الخلوي فيقل ضغط الفجوة على البروتوبلازم فيقل الضغط على الجدار الخلوي فتنكمش الخلية وتصبح ضامرة ويصيبها الذبول. (فقدت الدعامة الفسيولوجية)

(ب) الدعامة التركيبية

١- **التعريف ...** يتناول هذا النوع من التدعيم في النباتات زيادة سمك جدار الخلايا أو أجزاء منها او تترسب على جدر الخلايا او في أجزاء منها مواد صلبة كالسليلوز واللجنين وقد تتجاوز هذه الترسيبات جدر الخلايا النباتية لتشمل مواقع انتشارها.

٢- **تفسير عمل الدعامة التركيبية في النبات**

تترسب بعض المواد الصلبة كالسليلوز واللجنين في جدر الخلايا الخارجية أو أجزاء منها مما يعمل على

- زيادة قدرت هذه النباتات على الحفاظ على أنسجة النبات الداخلية.
- منع فقد الماء من خلال هذه الجدر
- إكساب الخلايا النباتية الصلابة والقوة لتدعيم النبات.

٣- **أمثلة على الدعامة التركيبية في النبات**

١. ترسيب (الكيوتين) غير المنفذ للماء على خلايا البشرة الخارجية للنبات وخاصة الأوراق والسيقان المعرضة مباشرة للشمس والهواء مما يعمل على منع فقد الماء حيث ان الكيوتين مادة شمعية وظيفتها الأساسية هي منع فقد الماء

٢. ترسيب (السليلوز) و(اللجنين) في جدر خلايا النبات أو أجزاء منها مثل الخلايا الكولنشيمية (مغلظة بالسليلوز فقط) والاسكلرنشيمية (مغلظة بالسليلوز واللجنين) ومن امثلة الخلايا الاسكلرنشيمية (الألياف – الخلايا الحجرية).
وذلك لان تغليظ جدر الخلايا النباتية بالمادتين الصلبتين السليلوز واللجنين يكسبها الصلابة والقوة ومن ثم يصبح النبات أكثر قوة وصلابة وحماية من العوامل الخارجية

٣. إحاطة النبات نفسه بطبقة كثيفة من الخلايا الفلينية غير المنفذة للماء مرسب في هذه الخلايا مادة السيوبرين. غير المنفذة للماء مما يعمل على عدم فقد الماء من خلالها لان السيوبرين مادة غير منفذة للماء

٤. زيادة سمك جدر خلايا البشرة وبخاصة الجزء الخارجي منها. وهذا غالبا ما يحدث في النباتات العشبية الضعيفة

هام جدا

١. علل ... الدعامة التركيبية دعامة دائمة؟

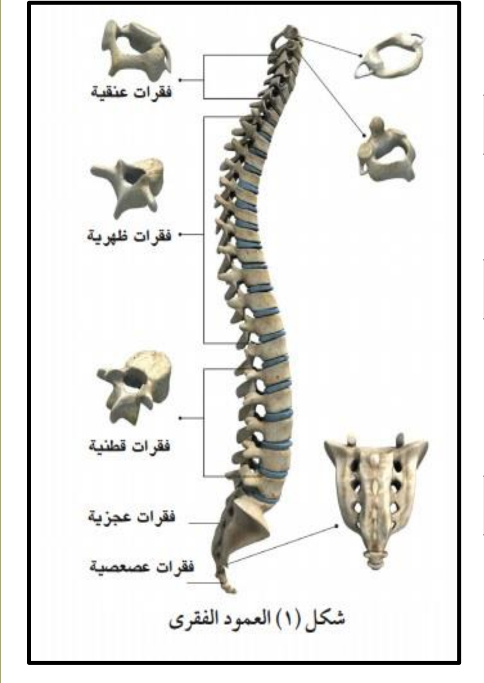
وذلك لأن الدعامة التركيبية تعتمد في عملها على ترسيب بعض المواد مثل الكيوتين و السيوبرين و اللجنين والسيليلوز على او في جدران الخلايا النباتية ويكون لهذه المواد صفة الدوام والاستمرارية مما يكسب هذه الخلايا صلابة وقوة (ترسيب اللجنين والسليلوز) ويحول دون فقد الماء من خلال الجدار (الكيوتين و السيوبرين) و بالتالي تصبح الدعامة التركيبية دعامة دائمة



٢. يتم منع فقد الماء بطريقتين وهما ترسيب مادة الكيوتين على جدار الخلية لمنع فقد الماء وترسيب مادة السيوبرين في جدر الخلايا الفلينية لمنع فقد الماء كما يترسب السليلوز في جدر الخلايا الكولنشيمية كما يترسب السليلوز واللجنين في جدر الخلايا الاسكلرنشيمية (خشب الذان مثلا) الخلايا الاسكلرنشيمية من امثلتها الالياف والخلايا الحجرية

ثانيا: الدعـــامة في الانســـان

- الهيكل العظمي (الجهاز الهيكلي) من وظائفه انه هو المسئول عن تدعيم جسم الإنسان.
- يتكون الهيكل العظمى من عدد وقدرة ٢٠٦ عظمة ولكل عظمة من هذه العظام شكل وحجم يناسبان الوظيفة التي تقوم بها
- يتكون الهيكل العظمي في الإنسان من



شكل (١) العمود الفقرى

١- **الهيكل المحوري**

والذي يتكون من ثلاث أجزاء وهم:

(الجمجمة -- العمود الفقري -- القفص الصدري)

٢- **الهيكل الطرفي**

والذي يتكون من

(الحزام الصدري والطرفان العلويان -- الحزام الحوضي والطرفان السفليان)

٣- **مكونات اخري**

توجد في العمود الفقري لربط أجزاؤه وتسهيل حركته وتدعيمه وهي

(الغضاريف -- المفاصل -- الاربطة --- الاوتار)

أولا: الهيكل العظمي المحوري

١- **العمود الفقري**

٢- يعتبر العمود الفقري هو محور الهيكل العظمي وذلك للأسباب التالية
- يتصل طرفه العلوي بالجمجمة.
- يتصل في منطقة الصدر بالقفص الصدري والطرفان العلويان بواسطة عظام الكتف.
- يتصل طرفه السفلي بالطرفين السفليين بواسطة عظام الحوض.



٣- يتكون العمود الفقري من ٣٣ فقرة (٢٦ عظمة) تقسم هذه الفقرات الى عدد ٥ مجموعات تختلف هذه المجموعات عن بعضها فى الشكل والحجم وذلك يرجع لمنطقة وجودها. تبعا للترتيب التالي:

١. ٧ فقرات عنقية

(تكون هذه الفقرات متمفصلة متوسطة الحجم وتوجد في منطقة الرقبة وتظهر كعدد ٧ عظام).

٢. ١٢ فقرة ظهرية

(تكون هذه الفقرات متمفصلة وأكبر حجماً من الفقرات العنقية وتوجد في منطقة الصدر وتتصل بضلوع القفص الصدري وتظهر كعدد ١٢ عظمة).

٣. ٥ فقرات قطنية

(أكبر الفقرات في الحجم ومتمفصلة وتوجد خلف تجويف البطن وهي أكبر من الفقرات الظهرية والعجزية قليلا وأكبر من العنقية كثيرا وأكبر من العصعصية كثيرا جدا وتظهر كعدد ٥ عظام).

٤. ٥ فقرات عجزية

(فقرات عريضة ومفلطحة وملتحمة معا وغير متمفصلة وتصل الحزام الحوضي بالعمود الفقري وتظهر كعظمة واحدة).

٥. ٤ فقرات عصعصيه

(فقرات صغيرة الحجم وملتحمة معا وتوجد في نهاية العمود الفقري وتظهر كعظمة واحدة).

١. العمود الفقري يمثل مكان قوي لحماية الحبل الشوكي فقط بينما
٢. الجمجمة تمثل مكان قوى لحماية المخ بالكامل وجزء صغير جدا من الطرف العلوي للحبل الشوكي الذي يدخل الجمجمة من خلال الثقب الكبير ليتصل بالمخ

٤- وظيفة العمود الفقري؟

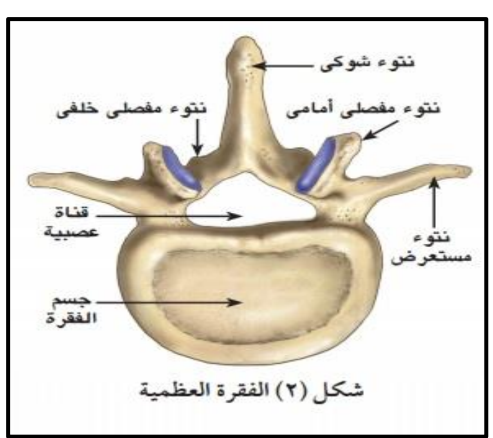
١. يعتبر العمود الفقري الدعامة الرئيسية لجسم الانسان لأنه يتصل به الحزام الصدري الطرفان العلويان والقفص الصدري والجمجمة في الجهة العلوية والحزام الحوضي والطرفان السفلين من الجهة السفلية من الجسم
٢. حماية الحبل الشوكي حيث ان الحبل الشوكي يمر بداخل القناة العصبية الموجودة بداخل الحلقة الشوكية للفقرة العظمية
٣. يساعد في حركة كلا من الراس والنصف العلوي من الجسم

١. الفقرات العنقية ٧ (من ١ الى ٧) اكبرهم السابعة وأصغرهم الاولي
٢. الفقرات الظهرية ١٢ (من ٨ الى ١٩) اكبرهم رقم ١٩ وأصغرهم رقم ٨
٣. الفقرات القطنية ٥ (من ٢٠ الى ٢٤) اكبرهم رقم ٢٤ وأصغرهم رقم ٢٠
٤. الفقرات العجزية ٥ (من ٢٥ الى ٢٩) اكبرهم رقم ٢٥ وتصغرهم رقم ٢٩

الفقرة العظمية

- **تركيب الفقرة العظمية:**

١. **جسم الفقرة** وهو يعتبر الجزء الأمامي السميك من الفقرة العظمية ويتصل به من الخلف والجانبين باقي مكونات الفقرة



شكل (٢) الفقرة العظمية

٢. **النتوءان المستعرضان** وهما زائدتان عظميتان يتصلان بجسم الفقرة من الجانبين. ويحمل كل نتوء منهما نتوء مفصلي امامي

٣. **الحلقة الشوكية (الحلقة العصبية)** وهي حلقة عظمية تتصل بجسم الفقرة من الخلف وبها قناة عصبية يمتد من خلال هذه القناة الحبل الشوكي لحمايته

٤. **النتوء الشوكي** وهو زائدة خلفية مائلة لأسفل تحملها الحلقة الشوكية ويتصل بالنتوء الشوكي ويحمل على جانبية نتوءان مفصليان خلفيان

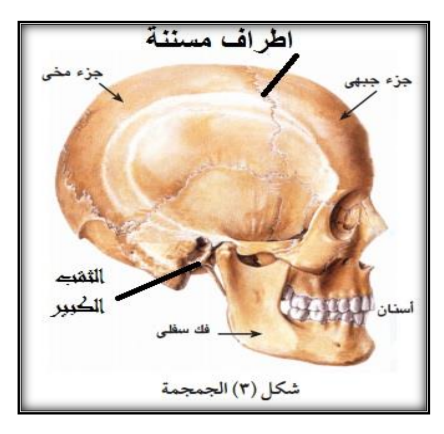
٥. **النتوءان المفصليان الأماميان والنتوءان المفصليان الخلفيان**

يوجد بالفقرة الواحدة عدد وقدرة ٧ نتوءات منهم ٢ مستعرضان ٢ مفصليان اماميان ٢ مفصليان خلفيان ١ شوكي

الجمجمــــة

- هي عبارة عن علبة عظمية تتكون من

١ – الجزء الخلفي (المخي -القفوي)



شكل (٣) الجمجمة

١. يتكون هذا الجزء من عدد (٨ عظام) تتصل ببعضها اتصالاً متيناً عند أطرافها المسننة (مفاصل غير متحركة). لذلك تظهر كأنها قطعة واحدة

٢. تعمل الجمجمة على حماية المخ حيث توفر عظامها القوية جدا تجويف امن لحفظ المخ (جزء من الجهاز العصبي المركزي)

٣. في مؤخرتها يوجد ثقب يسمي ب (الثقب الكبير) الذي يتصل من خلاله المخ بالحبل الشوكي.

٢ – الجزء الأمامي (الجبهي -الوجهي)



٤. يشمل عظام الوجه والفكين ومواضع أعضاء الحس (الأذن – العين – الأنف).

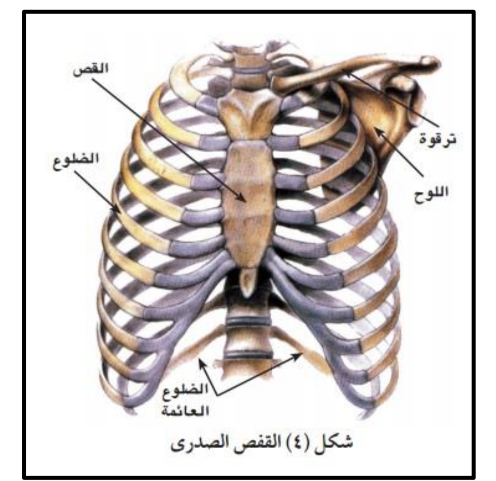
القفص الصدري

هو عبارة عن علبة مخروطة الشكل تتصل من الخلف بالفقرات الظهرية (١٢فقرة) ومن الأمام تتصل بعظمة (القص).

١- التركيب:

يتركب القفص الصدري من عدد (١٢ زوج من الضلوع) أو (٢٤ ضلع مفرد) كالتالي:

١. (١٠ أزواج الأولى من الضلوع) أو (٢٠ ضلع مفرد) تتصل بالفقرات الظهرية من الخلف وعظمة القص. من الامام وتسمي بالضلوع العادية او الطويلة



شكل (٤) القفص الصدرى

٢. (الزوجان الأخيران ١١ -١٢) أو (٤ ضلوع مفرد) وهذان الزوجان يكونان قصيران يتصلان بالفقرات الظهرية من الخلف ولكنهما لا يتصلان بالقص من الامام لانهما قصيران وتسمى هذه الضلوع بـ (الضلوع العائمة). او القصيرة

٢- حركة الضلوع اثناء الشهيق والزفير

١. الشهيق: تتحرك الضلوع للأمام والجانبين وذلك حتى تزيد من اتساع التجويف الصدري.

٢. الزفير: تتحرك الضلوع عكس الشهيق وذلك حتى تقلل من حجم التجويف الصدري.

الضلع: هو عظمة مقوسة تنحني إلى أسفل وتتصل من الخلف بجسم الفقرة ونتوءها المستعرض.

عظمة القص: عظمة مفلطحة ومدببة من أسفل، جزؤها السفلي غضروفي ويتصل بها العشرة أزواج الأولى من الضلوع

ا لضلوع العائمة: زوجان قصيران من الضلوع يتصلان بالفقرات الظهرية ولا يتصلان بعظمة القص.

وظيفة القفص الصدري هي كالتالي

حماية الرئتين والقلب

تسهيل حركة القلب اثناء النبض والرئتين اثناء التنفس

المساعدة في عملية التنفس (الشهيق والزفير)

الفقرات من رقم ١ الى رقم ٧ (عنقية حجمها متوسط ومتمفصلة). الفقرات من رقم ٨ الى رقم ١٩ (ظهرية أكبر من العنقية ومتمفصلة). الفقرات من رقم ٢٠ الى رقم ٢٤ (قطنية أكبر الفقرات ومتمفصلة). الفقرات من رقم ٢٥ الى رقم ٣٠ (عجزية ملتحمة معا). الفقرات من رقم ٣١ الى رقم ٣٣ (عصعصية ملتحمة معا)

زوج الضلوع رقم ١(الضلع ١ و ٢) يتصلان بالفقرة رقم ١ في الفقرات الظهرية او رقم ٨ في الفقرات عامة. زوج الضلوع رقم ٢ (الضلع ٣ و٤) يتصلان بالفقرة رقم ٢ في الفقرات الظهرية او رقم ٩ في الفقرات عامة. زوج الضلوع رقم ٣(الضلع ٥ و٦) يتصلان بالفقرة رقم ٣ في الفقرات الظهرية او رقم ١٠ في الضلوع عامة. زوج الضلوع رقم ٤ (الضلع ٧و٨) يتصلان بالفقرة رقم ٤ في الفقرات الظهرية او الفقرة رقم ١١ في الضلوع عامة.......... وهكذا أكمل باقي الضلوع وأماكن اتصالها

يتصل الحزام الحوضي بالعمود الفقري عن طريق الفقرات العجزية الذي يتصل بها من الناحية الظهرية .
إذا فقد الحزام الحوضي اتصاله بالفقرات العجزية سيفقد اتصاله بالعمود الفقري وبالتالي لن يتصل بالجسم

ثانيا: الهيكل العظمي الطرفي

الحزام الصدري والطرفان العلويان:

أولا: الحزام الصدري

يتكون الحزام الصدري من نصفين متماثلين يتركب كل منهما من:

١- عظمة لوح الكتف:

وهي عبارة عن عظمة ظهرية أي توجد جهة الظهر وهي تكون مثلثة الشكل طرفها الداخلي عريض (المجاور للعمود الفقري) والخارجي مدبب (المجاور للطرفين العلويين) به نتوء تتصل بهذا النتوء عظمة تسمي (الترقوة) كما تحتوي عظمة لوح الكتف في الطرف الخارجي لها على تجويف يسمي ب (التجويف الأروح).

٢- عظمة الترقوة:

الترقوة
لوح الكتف
العضد
الزند
الكعبرة
رسغ اليد
راحة اليد
سلاميات
عظام الطرف العلوي
شكل (٥) الطرف العلوى

عظمة باطنية رفيعة (توجد جهة البطن)... تتصل الترقوة من الأمام (الداخل) بعظمة القص ومن الجانب (الخارج) تتصل بنتوء عظمة لوح الكتف.

٣- التجويف الأروح:

هو عبارة عن تجويف (غير عميق) يوجد عند الطرف الخارجي لعظمة لوح الكتف ويستقر فيه رأس عظمة العضد (الجزء العلوي من عظمة العضد) مكونا المفصل الكتفي. (من المفاصل الزلالية واسعة الحركة)

٤- عدد العظام يساوي ٤ عظام وعدد التجاويف ٢

الطرفان العلويان

يتكون كل طرف منهما من:

١- عظمة العضد:

١. وهي عظمة طويلة تصل عظام الساعد بلوح الكتف.
٢. يستقر طرفها العلوي (الراس العلوي) بالتجويف الاروح مكونا مفصل الكتف (مفصل زلالي واسع الحركة)
٣. يستقر طرفها السفلي (الراس السفلي) في تجويف راس عظمة الزند العلوية

٢- الساعد:

وهو يتكون من عظمتين هما (الزند) و(الكعبرة).

١. الزند:

عظمة كبيرة الحجم غير متحركة يوجد بطرفها العلوي تجويف يستقر به النتوء الداخلي (الراس السفلي) للعضد مكونا مفصل الكوع (مفصل زلالي محدود الحركة) وهي عظمة ثابتة ولا تتصل برسغ اليد لأنها قصيرة قليلا

٢. الكعبرة:

عظمة أصغر حجماً من عظمة الزند، وهي عظمة متحركة أي تتحرك حركة نصف دائرية حول الزند الثابت كما يتصل طرفها العلوي بالطرف العلوي لعظمة الزند قريبا من موضع اتصال الزند بالعضد كما يتصل طرفها السفلي بالطرف العلوي لرسغ اليد.

عظام الطرف العلوي
شكل (٥) الطرف العلوى

٣- الرسغ:

(١) يتكون من (٨ عظام توجد في صفين بكل صف ٤ عظام صغيرة)
(٢) يتصل طرفها العلوي بالطرف السفلي للكعبرة (لا يتصل بالزند) ويتصل طرفها السفلي بالطرف العلوي لعظام راحة اليد



٤- عظام راحة اليد:

تتكون من (٥ أمشاط) رفيعة مستطيلة.

٥- عظام (سلاميات) الأصابع:

هام جدا

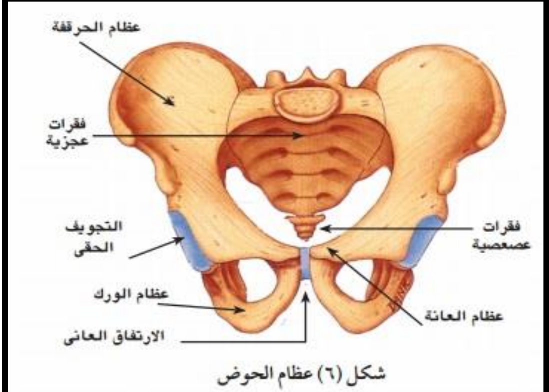
١- الحزام الصدري والطرفان العلويان يتكونان من (٣٢) عظمة لكل طرف (١٤ سلاميات + ٥ راحة اليد) + (٨ رسغ) + (٢ ساعد) + (١ عضد) + (٢ حزام صدري).
٢- العدد الكامل لعظام الطرفان العلويان والحزام الصدري هو (٦٤) عظمة.
٣- عظام الحزام الصدري الأيمن والأيسر هو (٤) عظام.
٤- عظام الطرفان العلويان هو (٦٠) عظمة.
٥- عظام الطرف العلوي الواحد هو (٣٠) عظمة.

يتكون كل منها من (٣ سلاميات) رفيعة عدا (الإبهام) يتكون من (سلاميتان فقط).

الحزام الحوضي والطرفان

أولا: الحزام الحوضى

يتكون من عظام الحوض التي تتكون من نصفين متماثلين يلتحمان في الناحية الباطنية (جهة البطن في منطقة تسمي ب (الارتفاق العاني).



شكل (٦) عظام الحوض

كل نصف يتكون من:

١- عظمة الحرقفة الظهرية (توجد جهة الظهر)

١. تتصل من الناحية الباطنية الأمامية بعظمة (العانة)
٢. تتصل من الناحية الباطنية الخلفية بعظمة (الورك).
٣. تعتبر أكبر عظام الحزام الحوضي

٢- عظمة الورك:

١. توجد جهة البطن
٢. تتصل من الناحية الباطنية الخلفية بعظمة (الحرقفة الظهرية).

٣- التجويف الحقي:

١. تجويف عميق يستقر فيه رأس عظمة الفخذ (الراس العلوي) مكون مفصل الفخذ (مفصل زلالي واسع الحركة)



٢. يوجد عند موضع اتصال عظمة الحرقفة بعظمة الورك.

٤- عدد العظام ٦ عظام (٢ حرقفة و٢ ورك و٢ عانة) عدد التجاويف (٢ حقي)

الارتفاق العاني: هو موضع اتصال نصفي عظام الحوض المتماثلين ويوجد في الناحية الباطنية

ثانيا: الطرفان السفليان



عظام الطرف السفلي
شكل (٧) الطرف السفلي

يتكون كل طرف منهما من:

١- عظمة الفخذ:

١. أكبر واطول عظام الهيكل العظمي
٢. راسها العلوي يستقر في التجويف الحقي مكونا مفصل الفخذ (مفصل زلالي واسع الحركة)
٣. يوجد بأسفلها نتوءان كبيران يتصلان بالساق عند المفصل الركبي (مفصل زلالي محدود الحركة) الذي توجد أمامه عظمة صغيرة مستديرة تسمي (الرضفة).

٢- الساق:

تتكون من عظمتين: -

١. **عظمة القصبة:** عظمة داخلية كبيرة الحجم (توجد جهة الداخل)
٢. **عظمة الشظية:** عظمة خارجية صغيرة الحجم (توجد جهة الخارج)

٣- العرقوب (رسغ القدم):

١. يتكون من (٧ عظام) غير منتظمة الشكل
٢. أكبر عظامة هي (العظمة الخلفية) التي تكون كعب القدم. (عرقوب القدم)

٤- القدم:

يتكومن من (٥ أمشاط) رفيعة وطويلة ينتهي كل منها بالأصابع.

٥- سلاميات الأصابع:

يتكون كل منها من (٣ سلاميات) رفيعة عدا (الإبهام) الذي يتكون من سلاميتين

عظمة الرضــفة: هي عظمة صغيرة مستديرة توجد أمام المفصل الركبي.



١. الحزام الحوضي والطرفان السفليان يتكون كل طرف منهما من (٣٣) وهم كالتالي (١ حرقفة+ ١ ورك + ١ فخذ + ١ رضفة + ١ عانة + ٢ ساق + ٧ رسغ + ٥ أمشاط + ١٤ سلاميات = (٣٣) عظمة.)
٢. الحزام
٣. عظام

العظام والغضاريف والاربطة والاوتار في الجهاز الهيكلي

٤. عظام الطرفان السفليان بالكامل = (٦٠) عظمة.
٥. عظام الطرف السفلي لطرف واحد فقط = (٣٠) عظمة.

أولا: الغضاريف

١- أحد أنواع الانسجة الضامة (يربط أعضاء الجسم وأنسجته ببعضها) ويتكون من **خلايا غضروفية** وهو على درجة كبيرة من المرونة ودرجة قليلة من الصلابة

٢- يوجد عند أطراف العظام وخاصة عند المفاصل وبين فقرات العمود الفقاري وذلك **لان الغضاريف تعمل على حماية العظام التي تكسوها من التآكل نتيجة احتكاك هذه العظام ببعضها باستمرار فلولاها لتأكلت العظام**

٣- تشكل الغضاريف بعض أجزاء الجسم مثل الاذن والانف والشعب الهوائية للرئتين

٤- لا تحتوي الغضاريف على اوعية دموية لذلك تحصل على الغذاء والاكسجين من خلايا العظام التي تكسوها حيث التركيز العالي للأكسجين والغذاء الى الغضاريف حيث التركيزات الأقل من هذه المواد بالانتشار (خاصية الانتشار هي خاصية انتشار المواد من الوسط الأعلى تركيز (هنا العظام) الى الأقل تركيز (هنا الغضاريف))



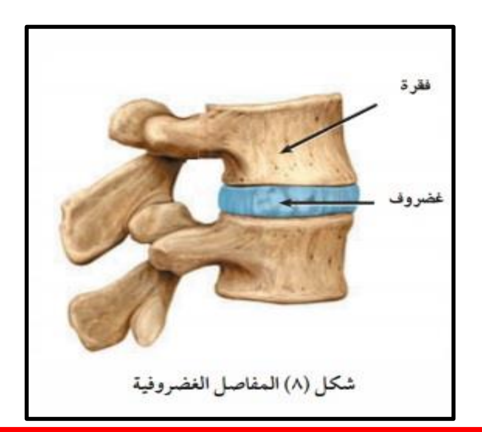
ثانيا: المفاصـــــل

هناك ثلاث أنواع من المفاصل في الهيكل العظمى وهي (المفاصل الليفية – المفاصل الغضروفية – المفاصل الزلالية).

١- المفاصل الليفية.

١. تلتحم العظام عند هذه المفاصل بواسطة انسجة ليفية (لها بعض المرونة في الأطفال حديثي الولادة)
٢. مع تقدم العمر يتحول النسيج الليفي الى نسيج عظمى قوي (عند البالغين)
٣. لا تسمح بالحركة (أي انها مفاصل غير متحركة)
٤. وظيفة المفاصل الليفية انها تقوم بربط عظام الجمجمة ببعضها من خلال أطرافها المسننة حيث ان المفاصل الليفية توجد عند الأطراف المسننة للجمجمة

المفاصل الغضروفية.



شكل (٨) المفاصل الغضروفية

٢- المفاصل الغضروفية.

١. هي مفاصل تربط بين نهايات بعض العظام المتجاورة
٢. تسمح بحركة محدودة جدا
٣. مثل المفاصل الغضروفية التي توجد بين فقرات العمود الفقاري وتحمي فقراته من الاحتكاك ببعضها وتسهل حركة العمود الفقري المحدودة

٣- المفاصل الزلالية

١. تشكل معظم مفاصل الجسم حيث انها الاوسع انتشارا
٢. يغطى سطح العظام المتلامسة في المفاصل بطبقة رقيقة من مادة غضروفية شفافة والعظام ملساء مما يسمح بحركة العظام بسهولة وبأقل احتكاك لذلك تسهل الحركة
٣. هي من المفاصل المرنة التي تتحمل الصدمات
٤. تحتوي على سائل مصلى او زلالي تسهل من انزلاق الغضاريف التي تكسو أطراف العظام لذلك تسهل الحركة
٥. مثال:

أ) مفصل الكوع والركبة

✓ مفاصل محدودة الحركة
لأنها تسمح بحركة أحد العظام في اتجاه واحد فقط

ب) مفصل الكتف والورك

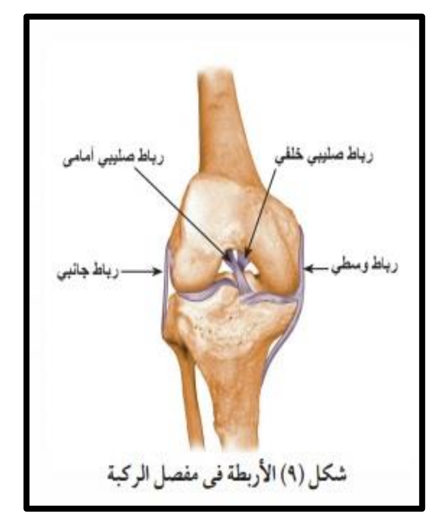
✓ مفاصل واسعة الحركة
لأنها تسمح بحركة العظام في اتجاهات مختلفة



أ. الاربـــــطة

١- عبارة عن حزم منفصلة من النسيج الضام الليفي (على درجة من المرونة والصلابة)
٢- تثبت أطرافها على عظمتي المفصل حيث تعمل على ربط العظام ببعضها عند المفاصل وتحديد حركة المفاصل في الاتجاهات المختلفة
٣- تتميز بمتانتها القوية وبوجود درجة من المرونة تسمح بزيادة طولها قليلا حتى لا تنقطع في حالة تعرض المفاصل لضغط خارجي
٤- في بعض الحالات قد يحدث تمزق للأربطة عند حدوث التواء في بعض المفاصل كما في الرباط الصليبي في مفصل الركبة
٥- مثل اربطة مفصل الركبة

(١) الرباط الصليبي الامامي والصليبي الخلفي اللذان يربطان نتوئي الراس السفلي للفخذ بنتوئي الراس العلوي للقصبة
(٢) الرباط الوسطي الذي يربط نتوء راس الفخذ السفلي بنتوء راس القصبة العلوي وهو رباط طويل
(٣) الرباط الجانبي الذي يربط نتوء راس الفخذ السفلي بنتوء راس الشظية العلوي



شكل (٩) الأربطة في مفصل الركبة

٦- **الوظيفة**

(١) تقوم بربط العظام ببعضها عند المفاصل
(٢) تحدد حركة العظام عند المفاصل في الاتجاهات المختلفة

أ- الاربطة في مفصل الركبة تقوم بربط عظمة الفخذ مع عظمتي الساق (القصبة والشظية) حيث:

١. تربط الاربطة الصليبية (الصليبي الامامي والصليبي الخلفي) عظمة الفخذ من النتوءان الموجودان في راسها السفلي بالنتوءان الموجودان بالراس العلوي لعظمة القصبة
٢. الرباط الوسطي بربط نتوء راس عظمة الفخذ السفلي من الجانب بنتوء راس عظمة القصبة العلوى من الجانب ...
٣. الرباط الجانبي بربط النتوء السفلي لراس عظمة الفخذ من الجانب براس عظمة الشظية العلوى

ب- وبهذا تقوم الاربطة في مفصل الركبة بتدعيم اتصال الفخذ بالساق عن المفصل الركبي كما تحدد اتجاه الحركة عند المفصل للأمام او الخلف او الاجناب

ب. الاوتـــــار

١- عبارة عن نسيج ضام قوى
٢- الوظيفة: يعمل على ربط العضلات بالعظام عند المفاصل مما يسمح بالحركة عند انقباض او انبساط العضلات
٣- مثال: وتر أخيل

١. هو وتر يصل العضلة التوأمية (عضلة بطن الساق) بعظمة الكعب (عرقوب القدم) مما يعمل على حركة كعب القدم الى اعلي عن انقباض العضلة التوأمية او حركة الكعب لأسفل عن انبساط العضلة

٢. يتمزق هذا الوتر بسبب المجهود العنيف او تقلص العضلات فجأة او انعدام المرونة للعضلات

٣. اعراض التمزق:

أ) عدم القدرة على المشي
ب) ثقل في حركة القدم والام حادة

شكل (١٠) وتر أخيل

العلاج:



الادوية المضادة للالتهابات والمسكنة للآلام والتدخل الجراحي إذا كان التمزق في الوتر بالكامل واستخدام جبيرة طبية

---

١. إذا حدث قطع او تمزق في هذه الاربطة فلن يتحرك مفصل الركبة كما ينبغي وبالتالي سيفقد الطرف السفلي حركته الطبيعية وربما يصبح غير قادم تماما عن الحركة
٢. وتر أخيل الذي يربط العضلة التوأمية [التي تتصل من أسفل به ومن الأعلى تتصل بعظمتي الساق (القصبة والشظية)]] بعظمة كعب القدم وبالتالي عن انقباض العضلة تجذب الوتر لأعلى فيتحرك كعب القدم محركا النصف السفلي من الطرف السفلي واذا انبسطت يعود الوتر الى مكان علية وبالتالي يعود كعب القدم الى موضعه الطبيعي
٣. هناك علاقة بين الاربطة في مفصل الركبة وبين وتر أخيل حيث يعملان جميعا على ربط الطرف السفلي ببعضه بما يتيح حرية ومرونة الحركة وأي قطع او تمزق في أي منهما يؤدى ذلك الى صعوبة الحركة وربما اصابة الشخص بالشلل التام في حالة عدم اصلاح هذ التلف



الدرس الثاني
الحـركـة في الكائنات الحيـة

١- **الحركة:** هي ظاهرة تميز جميع الكائنات الحية وهي تنشأ ذاتياً نتيجة تعرض الكائن الحي لإثارة ما فيستجيب لها إيجاباً أو سلباً وفي كلتا الحالتين تكون الاستجابة حدوث الحركة.

٢- **أنواع الحركة:**

١. **حركة دائبة:**

(١) تحدث داخل كل خلية من خلايا الكائن الحي
(٢) أهميتها تعمل لاستمرار أنشطته الحيوية.
(٣) مثل: الحركة السيتوبلازمية.

٢. **حركة موضعية:**

(١) تحدث لبعض أجزاء الكائن الحي.
(٢) مثل: الحركة الدودية في أمعاء الفقاريات.

٣. **حركة كلية:**

(١) يتحرك بها الكائن الحي من مكان لآخر بحثاً عن الغذاء أو سعياً وراء الجنس الآخر أو تلافياً لخطر ما في بيئته
(٢) هي تؤدي إلى زيادة انتشاره. حيث انه كلما كانت وسائل الحركة قوية وسريعة كلما اتسعت دائرة انتشاره.
(٣) مثل الحشرات تنتشر في جميع البيئات وذلك بسبب تعدد وسائل الحركة وقوتها.

شروط الحركة وحفظ التوازن في الحيوان:

(١) لابد من وجود هيكل صلب تتصل بها عضلات الجسم المختلفة وذلك حتى. يتمكن الحيوان من الحركة كما تمكنه من المحافظة على توازنه.
(٢) أن يتكون الهيكل العظمي للحيوان من قطع تتصل ببعضها اتصالاً مفصلياً هذا الاتصال يتيح لها الحركة. بانسيابيه

أنواع الدعامات في الحيوان:

هيكل خارجي: كما في المفصليات (وهي كائنات لافقارية أي لا تحتوي على عمود فقري).
هيكل داخلي: كما في الفقاريات (لها عمود فقرى) والهياكل بها ثلاث انواع وهم (هيكل غضروفي كما في الأسماك الغضروفية & هيكل عظمي كما في الأسماك العظمية & اما الانسان فيحتوى على هيكل محتوى على العظام والغضاريف معا).



أولا: الحركة في النبات

١- حركة اللمس:

تحدث فى بعض النباتات عند اللمس للورقة
فعند لمس الوريقة فأنها تتدلى كما لو أصابها الذبول ويتعاقب ذلك فى جميع الأوراق. مثل: نبات المستحية.

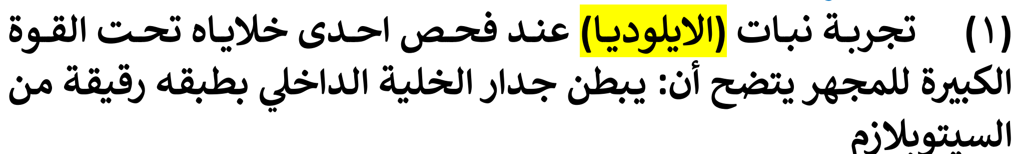
٢- حركة النوم (الظلام) و (اليقظة):

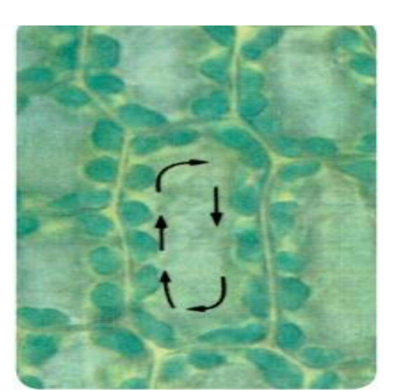
(١) تتقارب الوريقات بحلول الظلام مما يعبر عن نوم النبات.
(٢) تنبسط الوريقات بحلول نور النهار مما يعبر عن يقظة النبات. مثال: نبات المستحية – بعض البقوليات.

٣- حركة الانتحاء:

كما في جميع أجزاء النباتات
حيث تستجيب مختلف أجزاء النبات لمؤثرات مختلفة منها الضوء والرطوبة والجاذبية.

٤- الحركة الدورانية للسيتوبلازم:


هي حركة من أهم خصائص سيتوبلازم الخلية الحية أنه يتحرك في دوران مستمر داخل الخلية.


شكل (١٣) الحركة الدورانية للسيتوبلازم

(١) تجربة نبات (الايلوديا) عند فحص احدى خلاياه تحت القوة الكبيرة للمجهر يتضح أن: يبطن جدار الخلية الداخلي بطبقه رقيقة من السيتوبلازم
(٢) ينساب السيتوبلازم في حركة دورانية مستمرة حول الخلية في اتجاه واحد.
(٣) يستدل على هذه الحركة بدوران السيتوبلازم وما به من بلاستيدات خضراء محمولة في تياره (مع اتجاه عقارب الساعة)

٥- حركة الشد: (المحاليق – الجذور الشاده) :

أ- حركة الشد في محاليق النباتات المتسلقة. مثال: البازلاء.

١- تتم بواسطة: المحاليق.

٢- تحتاج إلى دعامة صلبة.

٣- أهميتها: نمو الساق رأسياً.

٤-كيفية حدوث الحركة:



١. يبدأ الحالق عمله بأن يدور في الهواء حتى يلامس جسما صلباً. وبمجرد اللمس يلتف الحالق حول هذا الجسم

١. إذا لم يجد الحالق ما يلتصق به أثناء حركته الدورانية فإنه **يذبل ويموت.**

٢. سبب حركة المحلاق حول الدعامة.... بم تفسر؟

وذلك بسبب بطء نمو المنطقة التي تلامس الدعامة (المنطقة الداخلية) وسرعة نمو المنطقة التي لا تلامس الدعامة (المنطقة الخارجية) . فتستطيل المنطقة التي لا تلامس الدعامة بسرعة أكبر من التي تلامس الدعامة مما يؤدي إلى التفاف المحلاق حول الدعامة.

٣. الجسم الصلب:

هو العامل المؤثر على سرعة الاستطالة فيؤدى الى بطء نمو الجزء الملامس له بينما لا يؤثر على الجزء البعيد عنه فيستطيل الجزء البعيد عن الجزء القريب فيلتف المحلاق حول الدعامة.

الصلب عدة مرات ليوثق التصاقه به بقوة.

٢. يتموج الجزء المتبقي من الحالق في حركة لولبية حتى يقصر. طوله. وبذلك يقترب الساق من الدعامة أي يشد الساق نحو الدعامة فيستقيم الساق رأسياً.

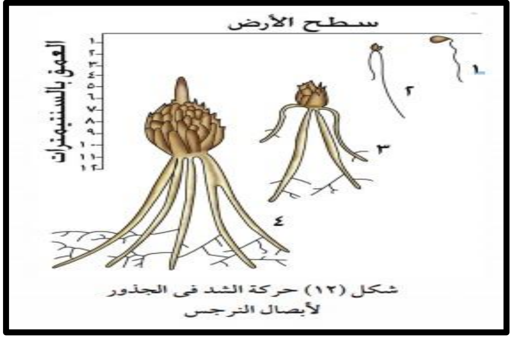
٣. يتغلظ الحالق بعد ذلك بما يتكون فيه من أنسجة دعامية فيقوى ويشتد.

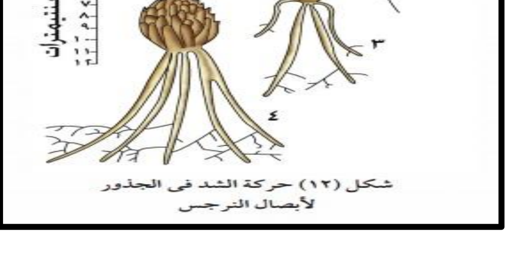
ب- حركة الشد في جذور الكورمات والأبصال (الجذور الشاده):

١. لا تحتاج إلى دعامة.

٢. تتم بواسطة الجذور الشاده.

٣. كيفية حدوثها:





شكل (١٢) حركة الشد في الجذور لأبصال النرجس

١- تتقلص الجذور الشاده للكورمة أو البصلة فتشد النبات إلى أسفل. فتهبط الكورمة أو البصلة إلى المستوى الطبيعي المناسب لها في التربة.

٢- أهمية حركة الشد في الجذور الشاده ؟

تعمل على ان تظل الساق الأرضية المختزنة دائماً على بعد ملائم من سطح الأرض مما يؤدي إلى: (تدعيمها في الأرض – يحمي أجزائها الهوائية من تأثير الرياح).





ثانيا: الحركة في الانسان

- الجهاز العضـلي في الانسان

١- تعريف الجهاز العضلي:

هو عبارة عن مجموع عضلات الجسم التي بواسطتها يتم تحريك أجزاء الجسم المختلفة وأداء الإنسان لحركاته الميكانيكية والتنقل من مكان لآخر.

٢- تركيب الجهاز العضلي

١. مجموعة وحدات تركيبية تسمى (العضلات).
٢. العضلات: هي الوحدة التركيبية للجهاز العضلي وتتكون من مجموعة من الأنسجة العضلية تعرف بـ (اللحم).
٣. عدد العضلات: ٦٢٠ عضلة أو أكثر.

٣- خصائص العضلات:

١. خيطية الشكل.
٢. لها القدرة على الانقباض والانبساط لتأدية الأنشطة والوظائف المختلفة.

٤- وظائف العضلات:

١) الحركة الموضعية: تغيير وضع عضو معين من الجسم بالنسبة لبقية الجسم.
٢) الحركة الانتقالية: حركة الجسم وانتقاله من مكان لآخر.
٣) المحافظة على وضعية الجسم: علل: وذلك لأنها تحافظ على وضعيته في الجلوس أو الوقوف بفضل عضلات الرقبة والجذع والأطراف السفلية.
٤) استمرار تحرك الدم في الأوعية الدموية والمحافظة على ضغطه .... علل: وذلك بسبب استمرار انقباض وانبساط العضلات الملساء (اللاإرادية) الموجودة في جدران الأوعية الدموية.

تركيب العضلة الهيكلية

١. تتركب العضلة من عدد كبير من الألياف العضلية (الخلايا العضلية) وهي عبارة عن خيوط رفيعة متماسكة.
٢. توجد الألياف العضلية في مجموعات تعرف ب الحزم العضلية والتي تحاط بغشاء يعرف بـ (غشاء الحزمة).

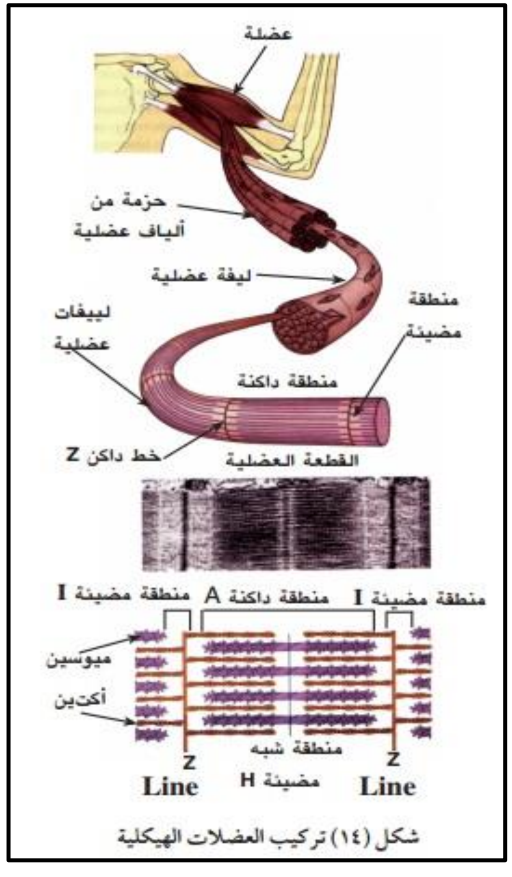
مكونات الليفة العضلية:

١. المادة الحية وتعرف ب (البروتوبلازم.)
٢. السيتوبلازم الذى يحتوى على عدد كبير من الانوية ويعرف السيتوبلازم ب (الساركوبلازم).
٣. غشاء خلوي يحيط بالساركوبلازم يعرف ب (الساركوليما).
٤. مجموعة لييفات عضلية يتراوح عددها بين (١٠٠٠) إلى (٢٠٠٠) لييفة مرتبة طولياً وموازية للمحور الطولي للعضلة.

مكونات اللييفة العضلية:

١- المناطق المضيئة:

يرمز لها بالرمز (I) وتتكون من خيوط بروتينية رفيعة تسمى (اكتين) ويقطعها في منتصفها خط داكن يسمى بـ (Z)



شكل (١٤) تركيب العضلات الهيكلية

٢- المناطق الداكنة:

يرمز لها بالرمز (A) وتتكون من خيوط (الميوسين) البروتينية السميكة وخيوط (الاكتين) البروتينية الرفيعة و يتوسطها منطقة شبه مضيئة يرمز لها بالرمز (H) وهي تتكون من خيوط (الميوسين) السميكة.

٣- منطقة شبه مضيئة:

يرمز لها بالرمز (H) وهي تتكون من خيوط (الميوسين) السميكة.


القطعة العضلية (الساركومير):
هو المسافة بين كل خطين متتاليين (z) الموجودة في منتصف

١. المناطق المضيئة: خيوط الأكتين البروتينية الرفيعة.
٢. المناطق الداكنة: الأكتين + الميوسين.
٣. المناطق شبه المضيئة: خيوط الميوسين البروتينية السميكة.
٤. العضلات المخططة: يتواجد بها المناطق المضيئة والداكنة مثل العضلات الهيكلية والقلبية.
٥. العضلات غير المخططة: لا يتواجد بها المناطق الداكنة والمضيئة لذلك فهي ملساء. مثل عضلات الجهاز الهضمي والاوعية الدموية.



الانقبــاض العضـــــلي

العضلات هي المسئولة عن حركة الجسم وذلك بسبب قدرتها على الانقباض والانبساط.

١- كيفية انقباض العضلة الهيكلية (التفسير الفسيولوجي):

يتم تحت تأثير السيالات العصبية – وفسيولوجية استجابتها للحافز بالتنسيق والتارز بين ثلاث أجهزة رئيسية في الجسم وهي الجهاز الهيكلي والعصبي والعضلي كلا بدوره.

٣-تتم الحركة في الإنسان والحيوان بالتعاون والتناسق بين ثلاث أجهزة:

(١) الجهاز الهيكلي (العظمي):

* يشكل مكان اتصال مناسب للعضلات.
* يعمل كدعامة للأطراف المتحركة. ولذلك فالمفاصل تقوم بدور هام في حركة أجزاء الجسم...

علل:

وذلك لأن المفصل عبارة عن مكان التقاء عظمتين أو أكثر. والعظام تشكل مكان اتصال مناسب للعضلات من جهة وتعمل كدعامة للأطراف من جهة أخرى.

(٢) الجهاز العصبي:

يعطي الأوامر (سيالات عصبية من المخ والحبل الشوكي) للعضلات على شكل سيالات عصبية فتتم الاستجابة لهذه الأوامر في صورة انقباض أو انبساط للعضلات.

(٣) الجهاز العضلي:

* هو المسئول عن حركة الجسم.
* العضلات الإرادية (الهيكلية – المخططة): هي التي يتحكم فيها الإنسان وتشمل معظم عضلات الجسم.
* العضلات اللاإرادية (الملساء – غير المخططة): وهي التي لا يستطيع الإنسان التحكم فيها تماماً وتشمل العضلات الملساء وعضلة القلب والأحشاء.

كيفية انتقال السيال العصبي الى العضلة الهيكلية

(١) حالة الراحـة: (الاستقطاب – الانبساط).

١- هي حالة العضلات الهيكلية قبل استقبال السيال العصبي.

٢- السطح الخارجي لغشاء الليفة العضلية: يحمل شحنة موجبة +



٣- السطح الداخلي لغشاء الليفة العضلية: يحمل شحنة سالبة -

٤- ينشأ فرق في الجهد (فرق جهد تأثيري) نتيجة للفرق في تركيز الأيونات بين خارج وداخل الغشاء الليفي للخلية العضلية: وهو ما يسمى بـ [حالة الاستقطاب].

٥- **حالة الاستقطاب**

هي حالة الخلية العضلية عندما يكون سطحها الخارجي موجب الشحنة وغشائها الداخلي سالب الشحنة

---

(٢) حالة الإثارة: (اللااستقطاب – الاثارة).

١- **حالة اللااستقطاب**

هي حالة الخلية العضلية عندما يكون سطحها الخارجي سالب الشحنة وغشائها الداخلي موجب الشحنة

٢- تصل السيالات العصبية (المؤثر الذي سبب انقباض العضلة الإرادية) من المخ والحبل الشوكي عن طريق الخلايا العصبية الحركية والتي تتصل نهاياتها العصبية اتصالاً محكماً بالليفة العضلية مكونة [تشابك عصبي عضلي].

٣- عند وصول السيال العصبي إلى الحويصلات الموجودة في النهايات العصبية للخلايا العصبية... يحدث ما يلي:

١. تخرج بعض المواد الكيميائية من هذه الحويصلات والتي تعرف ب (النواقل العصبية) مثل (الأسيتيل كولين). وذلك بعد أن يعمل السيال العصبي على دخول (أيونات الكالسيوم) إلى داخل النهايات العصبية والتي يؤدي دخولها إلى انفجار الحويصلات الناقلة وبالتالي خروج الأسيتيل كولين.
٢. تسبح النواقل العصبية (الأستيل كولين) في الفراغ (الشق التشابكي) الموجود بين النهايات العصبية وغشاء الليفة العضلية حتى تصل إلى سطح الليفة العضلية الإرادية.
٣. عندما يصل (الأستيل كولين) إلى مستقبلاته الموجودة على سطح الليفة العضلية فيتحد معها مما يؤدي إلى إثارة الغشاء العضلي وتتغير نفاذيته لأيونات الصوديوم والبوتاسيوم: (يندفع الصوديوم إلى داخل الليفة بكميات كبيرة وبسرعة وتندفع أيونات البوتاسيوم إلى خارج الليفة بكميات أقل).
٤. نتيجة لدخول أيونات الصوديوم بكميات كبيرة يحدث (تلاشي لفرق الجهد) على غشاء الليفة ثم انعكاسها. أي أن داخل الغشاء الليفي العضلي يصبح موجباً والخارجي يصبح سالباً: (حالة اللااستقطاب).
٥. عندما تصل الليفة إلى حالة اللااستقطاب: تنقبض العضلة.

---

(٣) حالة العودة إلى الراحة:

١- يعود فرق الجهد إلى وضعه الطبيعي على غشاء الليفة العضلية بعد جزء من الثانية حتى تكون مهيأة للاستجابة للحفز مرة أخرى بفعل إنزيم (الكولين استيريز)



الكولين استيريز

١. عبارة عن إنزيم متوفر في نقاط الاتصال العصبي العضلي. يعمل على تحطيم مادة الأستيل كولين وتحويلها إلى كولين وحمض الخليك وبالتالي يبطل عملها فيزول تأثير المنبه عليها وتعود نفاذية الغشاء لما كان علية وقت الراحة أي حالة الاستقطاب
٢. وظيفة الكولين استيريز: يعمل على تحطيم مادة الأستيل كولين وتحويلها إلى (كولين) و(حامض الخليك) وبالتالي يبطل عملها فتعود نفاذية غشاء الليفة العضلية إلى وضعها الطبيعي في حالة الراحة قبل استقبال السيال العصبي وتكون مهيأة للحفز مرة اخرى أي العودة إلى حالة الاستقطاب

١. العضلة تكون مستقطبة وقت الراحة: وذلك لأن سطحها الخارجي يكون موجب والداخلي سالباً.
٢. ناقل عصبي يخرج من النهايات العصبية الحركية: الأسيتيل كولين.
٣. إنزيم متوفر فى نقاط الاتصال العصبي العضلي: إنزيم الكولين استيريز.
٤. ماذا يحدث لو لم يتم تحطيم الأسيتيل كولين أو توقفه؟!

هذا يؤدي إلى استمرار اتحاد الأستيل كولين مع مستقبلاته الموجودة على سطح الليفة العضلية مما يؤدي إلى استمرار إثارة العضلة أي أن العضلة تظل في حالة انقباض وتقلصات مستمرة مما يؤدي إلى إجهادها.

آليــة انقباض العضلة
نظرية الخيوط المنزلقة لهكسلي (نظرية الانزلاق)

تعتبر أصلح الفروض التي فسرت انقباض العضلات

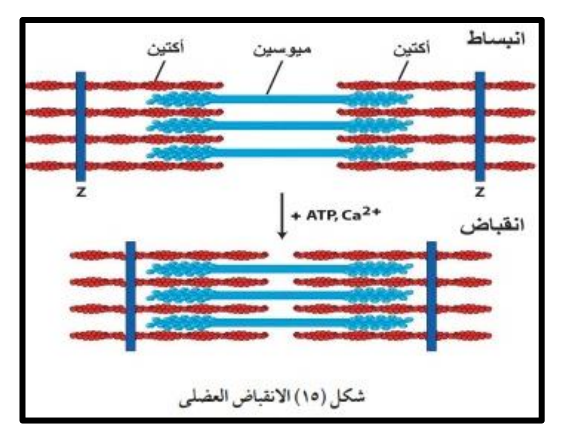
فكرة النظرية:

(١) تعتمد فرضية الخيوط المنزلقة لهكسلي على التركيب المجهري الدقيق للألياف العضلية حيث أن كل ليفة عضلية تتكون من مجموعة لييفات (١٠٠٠-٢٠٠٠) لييفة، وكل لييفة تتكون من نوعين من الخيوط البروتينية هما خيوط (الاكتين) الرفيعة وخيوط (الميوسين) السميكة / الغليظة



(٢) استخدام المجهر الإلكتروني للمقارنة بين ليفة عضلية في حالة انقباض وأخرى في حالة انبساط (راحة) واستنتج الآتي:

١. الخيوط البروتينية (الميوسين والأكتين) المكونة للألياف العضلية تنزلق الواحدة فوق الأخرى مما تسبب انقباض أو تقلص العضلة بسبب وجود (روابط مستعرضة) تم تكوينها بمساعدة (أيونات الكالسيوم) وهذه الروابط تمتد من (خيوط الميوسين) لكي تتصل بـ (خيوط الاكتين).



شكل (١٥) الانقباض العضلي

٢. الانقباض العضلي يحدث عندما تعمل الروابط المستعرضة كخطاطيف تسحب المجموعات المتجاورة من خيوط الأكتين باتجاه بعضها البعض فتتقارب خيوط Z من بعضها وينتج عن ذلك انقباض الليفة العضلية (أي يقصر طولها) وذلك بمساعدة الطاقة المختزنة في ATP. وهكذا تنقبض العضلة

٣. عند زوال المنبه تبتعد الروابط المستعرضة عن خيوط الاكتين فتنبسط العضلة وتتباعد خطوط Z عن بعضها وتعود القطع العضلية الى طولها الأساسي

٤. تستهلك العضلة جزء من الطاقة المخزنة في ال ATP في فصل الروابط المستعرضة عن خيوط الاكتين إذا نقصت كمية ال ATP في العضلة فلن تنفصل الروابط المستعرضة عن خيوط الاكتين فتظل العضلة في حالة انقباض وغير قادرة على الانبساط فيصاب الانسان بالشد العضلي المؤلم

التغيرات التي تحدث على القطعة العضلية اثناء الانقباض

١- المنطقة I المضيئة يقل طولها
٢- المنطقة A الداكنة يظل طولها كما هو
٣- المنطقة H شبة المضيئة يقل طولها إذا كان الانقباض ضعيف
٤- المنطقة H شبة المضيئة ينعدم طولها إذا كان الانقباض قوى

١. الطاقة المخزنة في ال ATP تحتاجها عمليتي اتصال الروابط المستعرضة بخيوط الاكتين اثناء الانقباض وانفصالها عن خيوط الاكتين اثناء الانبساط
٢. الروابط المستعرضة: هي خيوط ميوسينية تم تكوينها بمساعدة أيونات الكالسيوم تمتد من خيوط الميوسين لكي تتصل بخيوط الأكتين

قصور نظرية الخيوط المنزلقة لهكسلي

(١) قامت النظرية بتفسير آلية انقباض العضلات الهيكلية ولكنها لم تستطع تفسير آلية انقباض العضلات الملساء.

(٢) وذلك على الرغم من أن الخيوط البروتينية في ألياف العضلات الملساء تتكون من نوع يشبه إلى حد كبير الخيوط الأكتينية في العضلات الهيكلية.

الوحدة الحركية

(١) الوحدة الحركية: هي الوحدة الوظيفية للعضلة الهيكلية.

(٢) علل / الوحدة الحركية تعتبر الوحدة الوظيفية للعضلة الهيكلية؟!

وذلك لان انقباض العضلات ما هو الا محصلة انقباض جميع الوحدات الحركية المؤلفة للعضلة

(٣) التركيب:

١. عبارة عن مجموعة من الألياف العضلية والخلية العصبية الحركية التي تغذيها.
٢. عند دخول الليف العصبي الحركي إلى العضلة يتفرع إلى عدد كبير من الفروع العصبية داخل العضلة.
٣. كل ليف عصبي حركي يغذي عدد (٥: ١٠٠) من الالياف العضلية بواسطة تفرعاته النهائية التي يتصل الواحد منها (بالصفائح النهائية الحركية) لليفة العضلية في موضع يعرف بـ (**الوصلة العصبية العضلية**).



شكل (١٦) الوحدة الحركية

ما معنى أن: -الوحدة الحركية = (١: ١٠٠)؟ معنى هذا أن ليف عصبي حركي واحد يغذي (١٠٠) ليف عضلي بواسطة تفرعاته النهائية التي يتصل الواحد منها بالصفائح النهائية الحركية لليفة العضلية عند مكان يسمى بالوصلة العصبية العضلية.

الوصلة العصبية العضلية (التشابك العصبى العضلى): اتصال تفرع نهائي لخلية عصبية بغشاء الليفة العضلية.

اجهاد العضلة

١. سبب إجهاد وتعب العضلة

١- انقباض العضلة بصورة متتالية وسريعة وذلك لان الدم لا يستطيع نقل الأكسجين بالسرعة الكافية ليوفر للعضلة احتياجاتها من التنفس وإنتاج الطاقة.

٢- نتيجة لنقص الأكسجين تلجأ العضلة إلى تحويل الجليكوجين (نشا حيواني) إلى جلوكوز الذي يتأكسد بطريقة التنفس اللاهوائي (لا يحتاج الى اكسجين) لإنتاج طاقة تعطى العضلة فرصة أكبر للعمل فينتج حامض اللاكتيك الذي يتراكم ويسبب تعب العضلة واجهادها.

١. تلجأ العضلة للتنفس اللاهوائي في غياب أو نقص الأكسجين .... وذلك لتحويل الجليكوجين إلى جلوكوز الذي يتأكسد بطريقة التنفس اللاهوائي لإنتاج طاقة تعطي للعضلة فرصة أكبر للعمل.

٢. الجليكوجين هو المخزون الفعلي للطاقة في خلايا العضلات (الانسان والحيوان)
٣. ATP هو المخزون المباشر للطاقة

٢. كيفية زوال إجهاد العضلة.

بعد أن يتوقف الشخص عن الحركة عند إجهاد العضلة يحدث مايلي:
يصل للعضلة كمية كافية من الأكسجين لتقوم بعملية التنفس الهوائي الذي ينتج كمية كبيرة من الطاقة ATP. إذا ما قورنت بالطاقة الناتجة عن عملية التنفس اللاهوائي. فتعمل على انفصال الروابط المستعرضة عن خيوط الاكتين وانبساط العضلة وبذلك تبدأ العضلة من جديد في تتابع من الانقباضات والانبساطات

الشد العضلي

١- يحدث الشد العضلي نتيجة عدم كفاية جزيئات ال ATP في العضلة مما يسبب عدم انفصال الروابط المستعرضة عن خيوط الاكتين فتظل مرتبطة بها وتظل العضلة في حالة انقباض مستمر فيسبب هذا الم الشد العضلي



١. يمكن ان يتسبب الشد العضلي الزائد عن الحد في تمزق العضلات وحدوث نزف دموي.

٢. يحدث الشد العضلي أيضا بسبب تداخل الاختلالات الناتجة عن وصول النبضات العصبية غير الصحيحة من المخ الى العضلات مع الأداء الطبيعي لها



البـــــــاب الأول

الفصـــــــل الثاني

التنسيق الهرموني في الكائنات الحية



التنسيق الهرموني في الكائنات الحية

- جميع وظائف الجسم يتحكم فيها جهازين هما الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء

- **الغدد الصماء (الغدد ذات الافراز الداخلي)**

هي غدد لا قنوية ذات افراز داخلي تصب افرازاتها من الهرمونات في الدم مباشرة

- لابد ان يكون افراز الغدد الصماء من الهرمونات بالكميات المطلوبة **لأنه لو زاد او قل الافراز فانه سيسبب اعراض مرضية تختلف من هرمون لأخر**

الهرمونات

هي مواد كيميائية تتكون داخل الغدد الصماء وتنتقل عن طريق الدم الى عضو اخر فتؤثر على وظيفته ونموه ومصدر تغذيته

- تأثير الهرمونات غالبا ما يكون من النوع **المحفز** حيث تقوم بتنشيط أعضاء او غدد أخرى

اكتشاف الهرمونات الحيوانية

١- كلود برنار

درس في عام ١٨٥٥ وظائف الكبد واعتبر ان **السكر المدخر فيه** هو الافراز الداخلي و**الصفراء** هي الافراز الخارجي

٢- ستارلنج

وجد في عام ١٩٠٥ ان:

١. البنكرياس يفرز عصارته الهاضمة فور وصول الغذاء من المعدة الى الاثني عشر حتى بعد قطع الاتصال العصبي بين البنكرياس وغيره من الأعضاء
٢. استنتج ان هناك نوع من **التنبيه غير العصبي**
٣. توصل الى ان **الغشاء المخاطي المبطن للاثني عشر** يفرز مواد تسري في تيار الدم حتى تصل الى البنكرياس فتنبهه لإفراز عصارته الهاضمة
٤. سمى هذه الرسائل **الكيميائية الهرمونات (المواد المنشطة)**

بتوالي البحث والدراسات تم التوصل الى الغدد الصماء في جسم الانسان والهرمونات الخاصة بكل غدة

الهرمونات في النبات

١- يعتبر العالم **بويسن جنسن** عام ١٩١٣ اول من أشار الى دور **الهرمونات النباتية (الاوكسينات)** حيث اكتشف دور الاوكسينات في انحناء الساق نحو الضوء



٢- اثبت ان **القمة النامية** للساق **(منطقة الاستقبال)** تفرز مادة كيميائية وهي **اندول حمض الخليك** تنتقل منها الى **منطقة الانحناء** وهي **(منطقة الاستجابة)** فتسبب انحنائها

٣- **الاوكسينات (الهرمونات النباتية)**

(أ) مكان الافراز.. **تفرز من الخلايا الحية في القمم النامية والبراعم للخلايا النباتية وذلك لان النبات لا يوجد به غدد خاصة للإفراز**

(ب) الأهمية ... لها تأثير في وظائف خاصة للنبات وهي:

١. تنظيم تتابع نمو الانسجة وتنوعها
٢. تؤثر على النمو بالتنشيط والتثبيط
٣. تتحكم في موعد تفتح الازهار وتساقط الأوراق ونضج الثمار وتساقطها
٤. تؤثر على العمليات الوظيفية في جميع خلايا وانسجة النبات
٥. تمكن الانسان من التحكم في اخضاع نمو النبات

اذا اعطاك في السؤال صيغة **الهرمونات** النباتية بالجمع تكون الإجابة **(الاوكسينات)** اما اذا اعطاك في السؤال صيغة **الهرمون** النباتي بالمفرد تكون الإجابة **(اندول حمض الخليك)**

التنظيم الهرموني في الانسان

- توصل العلماء الى معرفة الكثير من وظائف الهرمونات عن طريق:

١- دراسة الاعراض التي تظهر على الانسان او الحيوان نتيجة تضخم غدة صماء او استئصالها (زيادة او نقص الافراز الهرموني للغدة)

٢- دراسة التركيب الكيميائي لخلاصة الغدة والتعرف على أثرها في العمليات الحيوية المختلفة

- خصائص الهرمونات الحيوانية

١- مواد كيميائية عضوية بعضها يتكون من **البروتين المعقد (الهرمونات المعقدة)** وبعضها الاخر من **مركبات بسيطة كالأحماض الامينية او الاسترويدات** (مواد دهنية) (الهرمونات البسيطة)

٢- تفرز بكميات قليلة تقدر **بالميكروجرام (١/١٠٠٠ من الملليجرام)**

٣- لها أهمية كبيرة في حياة الانسان حيث تؤدى الوظائف التالية:

١. اتزان الوضع الداخلي للجسم وتنظيمه (الاتزان الداخلي) مثل درجة الحرارة والمحتوى المائي
٢. نمو الجسم
٣. النضوج الجنسي



٤. التمثيل الغذائي (الايض وهو ينقسم لعمليتين الاولي هي الهدم وهي المسئولة عن انتاج الطاقة والثانية هي البناء وهي المسئولة عن النمو او تخزين الجلوكوز الزائد في الدم الى جليكوجين او دهون)
٥. سلوك الانسان ونموه العاطفي و التفكيري

الغدد في الانسان

- يوجد ثلاث أنواع من الغدد في جسم الانسان وهم:

١- الغدد القنوية

١. افرازها خارجي
٢. لها جزء مفرز وقنوات خاصة بها تصب فيها افرازاتها اما داخل الجسم مثل الغدد اللعابية الموجودة في الفم او الهضمية الموجودة في المعدة. او تصب الافرازات خارج الجسم مثل الغدد العرقية

٢- الغدد الصماء (افراز داخلي)

١. افرازها داخلي حيث لا يوجد لها قنوات خاصة لذلك تسمى الغدد الصماء
٢. تصب افرازاتها (الهرمونات) في الدم مباشرة
٣. مثال: الغدة النخامية والغدة الدرقية والغدة الكظرية

شكل (١) صورة لجسم الإنسان توضح توزيع الغدد

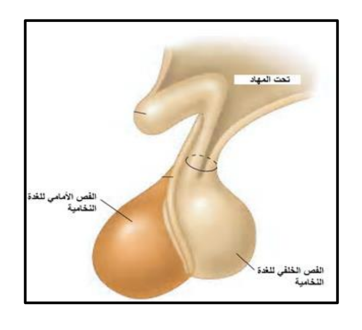
٣- الغدد المشتركة (المختلطة)

١. تجمع في تركيبها بين الغدد القنوية والغدد الصماء
٢. تركيبها عبارة عن جزء غدى قنوي واخر عبارة عن غدة صماء او لا قنوية
٣. مثال: البنكرياس

- يحتوي جسم الانسان على مجموعة من الغدد الصماء ولكل غدة افراز خاص بها عبارة عن هرمون واحد او مجموعة هرمونات

الغدد الصماء بجسم الانسان

الغدة النخامية



١- تعتبر **سيدة الغدد او المايسترو** وذلك لأنها تتحكم في جهاز الغدد الصماء بالكامل عن طريق الهرمونات التي تفرزها وتؤثر في افراز بقية الغدد

٢- موقعها .... توجد أسفل المخ وتتصل به عن طريق منطقة تحت المهاد (الهيبوثالامس)



٣- التركيب .... تتكون من جزئيين وهما

(أ) الجزء الغدى يتكون من الفص الأمامي والفص الوسطى

(ب) الجزء العصبي يتكون من الفص الخلفي والجزء من المخ المعروف باسم القمع او العنق العصبية

أولا: هرمونات الجزء الغدى

١- هرمون النمو GH



١. يتحكم في عمليات الايض وخاصة تصنيع البروتين ولذلك يتحكم في نمو جسم الانسان

٢. في مرحلة الطفولة

- النقص في الافراز يسبب القزامة
- الزيادة في الافراز تسبب العملقة

٣. في مرحلة البلوغ

- إذا زاد الافراز يسبب حالة الاكروميجالى

الاكروميجالى

حالة مرضية نتيجة زيادة افراز هرمون النمو من الجزء الغدى من الغدة النخامية بعد البلوغ ويؤدى الى تجديد نمو الأجزاء البعيدة في العظام الطويلة كالأيدي والاقدام والاصابع وتضخم عظام الوجه

٢- الهرمونات المنبهة للغدد

- هي هرمونات تؤثر على نشاط الغدد الأخرى وتشمل:

(أ) الهرمون المنبه للغدة الدرقية TSH

(ب) الهرمون المنبه لقشرة الغدة الكظرية ACTH

(ت) الهرمونات المنبهة للمناسل ... وتشمل

١. الهرمون المنبه لتكوين الحويصلة FSH

- ✓ FSH في الانثى ... يعمل على نمو الحويصلات في المبيض وتحويلها الى حويصلة جراف
- ✓ FSH في الذكر ... يساعد في تكوين الانيببات المنوية وتكوين الحيوانات المنوية في الخصية

٢. الهرمون المنبه للجسم الأصفر LH

- ✓ LH في الانثى ... يحفز تكوين الجسم الأصفر
- ✓ LH في الذكر ... تكوين وافراز الخلايا البينية في الخصية



(كلا هرموني LH و FSH يعملان على اكتمال التكوين الجنسي للفرد الذكر والانثى)

(ث) الهرمون المنبه لإفراز اللبن (برولاكتين)

- ✓ يعمل على افراز اللبن من الغدد الثديية

ثانيا: هرمونات الجزء العصبي

- تفرز من خلايا عصبية موجودة في منطقة تحت المهاد بالمخ وتعرف بالخلايا العصبية المفرزة وتصل هذه الهرمونات الى الفص الخلفي للغدة النخامية

الخلايا العصبية المفرزة. هي خلايا عصبية توجد في منطقة تحت المهاد بالمخ وتقوم بإفراز هرمونات الجزء العصبي من الغدة النخامية والتي تصل الى الفص الخلفي للغدة النخامية

١- الهرمون المضاد لإدرار البول ADH

١. يسمى أيضا الهرمون القابض للأوعية الدموية VH (فازوبريشيون) حيث يعمل على رفع ضغط الدم

٢. يعمل على تقليل كمية البول حيث يعمل على إعادة امتصاص الماء من النفرون (الوحدة الوظيفية للكلية) ولذلك يعتبر هرمون ADH هو هرمون يؤثر على جزء غير غدي وهو الكلية

٢- الهرمون المنبه لعضلات الرحم (اوكسيتوسين)

١. لهذا الهرمون علاقة مباشرة في عملية تنظيم تقلصات الرحم ويزيدها بشدة اثناء عملية الولادة من اجل اخراج الجنين لذلك يستخدمه الأطباء للإسراع في عملية الولادة (هرمون طلق الولادة)

٢. يعمل على تشجيع اندفاع او نزول الحليب من الغدد اللبنية استجابة لعملية الرضاعة

يتم تنبية الثديين لافراز اللبن عن طريق هرمونين وهما:

١. الاوكسيتوسين: وهذا له إثر مشج او إثر محفز لحظة الولادة ثم ينتهي دورة

٢. البرولاكتين: وهو المؤثر الفعلي والدائم على الغدد الثديية لإفراز اللبن لتغذية الطفل

ثانيا: الغدة الدرقية

١- **موقعها** تقع في الجزء الأمامي من الرقبة ملاصقة للقصبة الهوائية

٢- **الشكل** هي غدة حويصلية تميل للون الأحمر ومحاطة بغشاء من نسيج ضام وتتكون من فصين بينهما برزخ

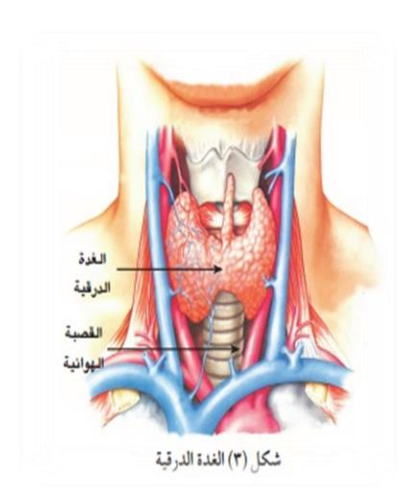
٣- **الوظيفة**

(أ) تنتج هرمون الثيروكسين

✓ حتى يتكون هذا الهرمون لابد من وجود اليود. فاذا نقص او زاد اليود تنتج اعراض مرضية

✓ **أهمية هرمون الثيروكسين**

١. نمو وتطور القوى العقلية البدنية
٢. يؤثر على معدل الايض الأساسي ويتحكم فيه
٣. يحفز امتصاص السكريات الأحادية من القناة الهضمية
٤. يحافظ على سلامة الجلد والشعر



شكل (٣) الغدة الدرقية

(ب) تنتج هرمون الكالسيتونين

✓ **أهمية هرمون الكالسيتونين**

يقلل نسبة الكالسيوم في الدم ويمنع سحبه من العظام

٤- امراض الغدة الدرقية

- تنشا حالات مرضية بسبب نقص او زيادة في افرازات الغدة الدرقية لهرمون الثيروكسين

(أ) نقص افراز الثيروكسين من الغدة الدرقية

يؤدى ذلك الى حدوث مرض **التضخم البسيط (الجويتر البسيط)**

١. سبب المرض هو نقص الثيروكسين بسبب نقص اليود في الغذاء والماء والهواء
٢. العلاج من المرض يتم عن طريق إضافة اليود الى الملح والأغذية
٣. النتائج المترتبة على عدم علاج التضخم البسيط

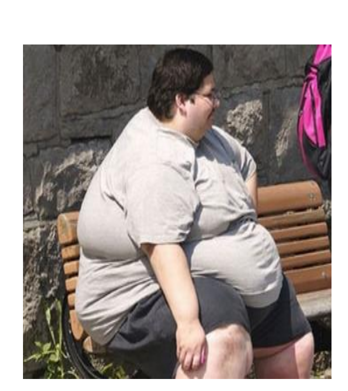


١- في مرحلة الطفولة



- ✓ يؤدى لحدوث مرض القصر (القماءة) والذي يؤدى الى:
- ❖ يبدو الجسم قصير
- ❖ والراس كبير
- ❖ والرقبة قصيرة لأنه يؤثر على نمو الجسم والنضوج العقلي
- ❖ قد يؤدى للتخلف العقلي وتأخر في النضوج الجنسي

٢- في مرحلة البلوغ



- ✓ يؤدى لحدوث مرض الميكسوديما والذي يؤدى الى:
- ❖ جفاف الجلد وتساقط الشعر وزيادة في وزن الجسم لدرجة السمنة المفرطة
- ❖ هبوط في التمثيل الغذائي فلا يتحمل البرودة وتقل ضربات القلب ويتعب الشخص بسرعة
- ❖ العلاج ... يتم بواسطة هرمونات الغدة الدرقية او مستخلصاتها

٣- زيادة افراز الثيروكسين من الغدة الدرقية.

١- يؤدى حدوث تضخم في الغدة الدرقية يسمى التضخم الجحوظي (الجويتر الجحوظي)

٢- أسبابه .. ناتج عن الافراط في افراز الثيروكسين

٣- أعراضه


شكل (٤) التضخم الجحوظى

١. تضخم ملحوظ للغدة الدرقية وانتفاخ الجزء الأمامي من الرقبة مع جحوظ العينين
٢. زيادة في اكسدة المواد الغذائية ونقص في وزن الجسم
٣. زيادة في ضربات القلب وتهيج عصبي

٤- العلاج :: يتم باستئصال جزء من الغدة الدرقية او استخدام مركبات طبية

ثالثا: الغدد جارات الدرقية

١- **التركيب** غدة تتكون من ٤ أجزاء منفصلة

٢- **المكان** اثنتان على كل جانب من الغدة الدرقية



٣- **الوظيفة** افراز **هرمون الباراثورمون** وهو هرمون تعتمد كمية إفرازه على نسبة **الكالسيوم** في الدم حيث يكون الافراز كثير مع هبوط نسبة الكالسيوم في الدم



٤- **زيادة افراز هرمون البارثورمون** تؤدى الى:

١. ارتفاع نسبة الكالسيوم في الدم نتيجة سحبة من العظام
٢. هشاشة العظام وتعرضها للانحناء والكسر بسهولة



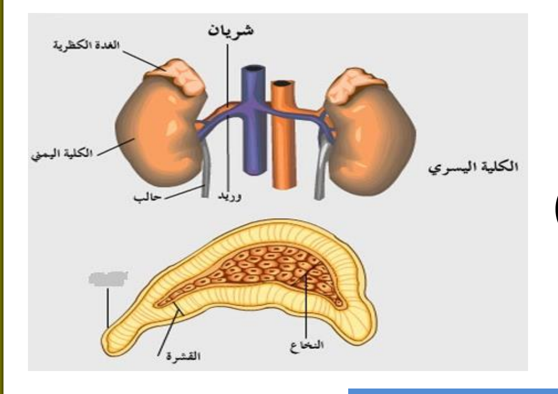
٥- **نقص افراز هرمون الباراثورمون** تؤدى الى:

١. نقص نسبة الكالسيوم في الدم
٢. سرعة الانفعال والغضب والثورة لأقل سبب
٣. تشنجات عضلية مؤلمة

يحافظ هرمون **الباراثورمون** الذي يفرز من الغدد جارات الدرقية وهرمون **الكالسيتونين** الذي يفرز من الغدة الدرقية على نسبة الكالسيوم في الدم عند مستوياته الطبيعية في الدم

رابعا: الغدد الكظرية (فوق الكلوية)

١- **موقعها:** غدتان تقع كل منهما فوق أحد الكليتين



٢- **تركيبها:**

كل غدة تتكون من منطقتين متميزتين من الناحية التشريحية والفسيولوجية حيث يكون وهما

(**القشرة**.. وهي الجزء الخارجي) و (**النخاع**.. وهو الجزء الداخلي)

هرمونات القشرة

- تفرز مجموعة من الهرمونات تسمى مجموعة السترويدات وتقسم لثلاث مجموعات:

(أ) مجموعة الهرمونات السكرية

١. هرمون الكورتيزون وهرمون الكورتيكوستيرون



٢. الوظيفة :: تنظيم ايض المواد الكربوهيدراتية (السكريات – النشويات)

(ب) مجموعة الهرمونات المعدنية

١. هرمون الالدوستيرون
٢. الوظيفة :: يحافظ على توازن المعادن بالجسم

مثال: إعادة امتصاص الاملاح مثل الصوديوم والتخلص من البوتاسيوم الزائد في الكليتين

يؤثر على الكلية هرمونان الأول هو
١. المضاد لادرار البول وظيفته تقليل كمية البول الذى يخرج منها
٢. الالدوستيرون الذي يعمل على تنظيم الاملاح حيث يحفزها لامتصاص الصوديوم والتخلص من البوتاسيوم

كما ان هرمون الالدوستيرون له أهمية في الانقباض العضلي حيث ان الصوديوم الذي يعمل على اعادتة للدورة الدموية ضروري لانقباض العضلي

(ت) مجموعة الهرمونات الجنسية

١. هي هرمونات لها نشاط مشابه للهرمونات الذكرية (التستوستيرون) والهرمونات الانثوية (الاستروجين والبروجسترون)
٢. اذا حدث اختلال بين توازن هذه الهرمونات والهرمونات الجنسية التي تفرز من الغدد المختصة في الأجهزة التناسلية يؤدى ذلك الى ظهور صفات وعوارض الرجولة في النساء وعوارض الانوثة في الرجال.كما يؤدى الى ضمور الغدد الجنسية في كلا من الجنسين إذا حدث تورم في قشرة الغدة الكظرية

هرمونات النخاع

يفرز هرمونين هما الادرينالين والنورادرينالين. ويلعبان دور هام في حالة الطوارئ مثل الخوف والاثارة والقتال والهروب حيث يعمل الهرمونان على:

١. زيادة نسبة السكر في الدم حيث يحللان الجليكوجين المخزن في الكبد الى جلوكوز
٢. زيادة في سرعة وانقباض القلب ورفع ضغط الدم
٣. حصول العضلات على كمية كبيرة من الطاقة اللازمة للانقباض مع زيادة استهلاك الاكسيجين وهذا يظهر بوضوح اثناء التمارين الرياضية

خامسا: هرمونات البنكرياس

١- البنكرياس من الغدد المشتركة وذلك لأنه يجمع بين الغدد ذات الافراز الخارجي (القنوية) والغدد ذات الافراز الداخلي (الصماء) حيث

١. الافراز الخارجي يتم عن طريق صب الانزيمات الهاضمة التي تفرزها خلايا حويصلية مفرزة في الاثني عشر وذلك عن طريق القناة البنكرياسية

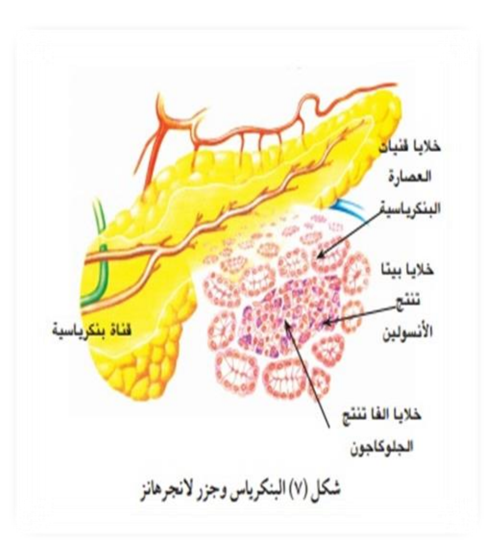
٢. الافراز الداخلي يتم عن طريق افراز هرموناته في الدم مباشرة وذلك من خلايا غدية مفرزة صغيرة متخصصة تعرف بجذر لانجرهانز والتي تتميز الى نوعين هما:

خلايا الفا

- ✓ عددها قليل وتنتج هرمون الجلوكاجون
- ✓ يعمل الجلوكاجون على رفع نسبة سكر الجلوكوز في الدم حيث يعمل على تحويل الجليكوجين المخزن في الكبد الى جلوكوز

خلايا بيتا

- ✓ تمثل غالبية الخلايا وتفرز هرمون الانسولين
- ✓ يعمل الانسولين على تقليل نسبة سكر الجلوكوز في الدم حيث يحول الجلوكوز الى جليكوجين او الى دهون في الكبد او العضلات كما يعمل على زيادة اكسدة الجلوكوز في انسجة وخلايا الجسم



شكل (٧) البنكرياس وجزر لانجرهانز

٢- هرموني الانسولين والجلوكاجون يعملان على المحافظة على نسبة السكر في الدم والتي تبلغ حوالى (٨٠ – ١٢٠ ملليجرام/١٠٠سم٣).

٣- وظيفة هرمون الانسولين

- يعمل على خفض نسبة سكر الجلوكوز في الدم عن طريق:

١. اكسدة الجلوكوز في خلايا وانسجة الجسم المختلفة حيث انه ضروري لمرور السكريات الأحادية ماعدا الفركتوز من خلال غشاء الخلية الى داخلها حتى يمكن استخدامه



٢. التحكم في العلاقة بين الجليكوجين المخزن والجلوكوز المفرد بالدم حيث يشجع تحويل الجلوكوز الى جليكوجين او الى مواد دهنية تخزن في الكبد والعضلات او انسجة الجسم الاخرى

- نقص افراز هرمون الانسولين يؤدى الى:

١. مرض البول السكرى والذي يتميز بالخلل في ايض كل من الجلوكوز والدهون بالجسم
٢. اعراض المرض :
تتضح في ان المريض يعاني من ارتفاع نسبة الجلوكوز في الدم عن المعدل الطبيعي حيث يظهر في التحاليل. لذلك تخرج كميات كبيرة من الماء نتيجة خروج كمية كبيرة من الجلوكوز فيعانى المريض يعاني من تعدد التبول والعطش

يرفع هرمون الجلوكاجون نسبة سكر الجلوكوز في الدم حيث يحول لجليكوجين المخزن في الكبد فقط الى جلوكوز. بينما يقلل هرمون الانسولين نسبة السكر في الدم حيث يحول الجلوكوز الى جليكوجين او دهون

سادسا: الغدد التناسلية (المناسل)

١- الخصية (المناسل المذكرة):

تعمل على تكوين الحيوانات المنوية (الجاميتات المذكرة) كما تفرز هرمونات ذكرية تعمل على نمو الأعضاء التناسلية وظهور الصفات الجنسية الذكرية

٢- المبيض (المناسل المؤنثة):

تعمل على تكوين البويضات (الجاميتات المؤنثة) كما تفرز هرمونات انثوية تعمل على نمو الأعضاء التناسلية وظهور الصفات الجنسية المؤنثة

٣- الهرمونات الجنسية الذكرية

١. تعرف بالاندروجينات وتفرزها الخلايا البينية بالخصية
٢. مثل هرمونى التستوستيرون و الاندروستيرون
٣. الوظيفة:

نمو البروستاتا والحويصلات المنوية وظهور الصفات الجنسية الثانوية في الذكر



٤- الهرمونات الجنسية الانثوية

١. تعرف بالاستروجينات ويفرزها المبيض
٢. الأنواع

أ- هرمون الاستروجين (الاستراديول)

- مكان الافراز: يفرز من حويصلة جراف في المبيض
- وظيفتة: اظهار الصفات الجنسية الثانوية في الانثى مثل كبر حجم الغدد الثديية وتنظيم دورة الطمث

ب- هرمون البروجسترون

- مكان الافراز: يفرز من الجسم الأصفر في المبيض والمشيمة
- الوظيفة:

يعمل على انتظام دورة الحمل كتنظيم التغيرات الدموية التي تحدث في الغشاء المبطن للرحم ليعده لاستقبال وزرع البويضة والتغيرات التي تحدث في الغدد الثديية اثناء الحمل

ت- هرمون الريلاكسين

- مكان الافراز: يفرز من المشيمة والرحم
- الوظيفة:

يسبب ارتخاء الارتفاق العاني عند نهاية فترة الحمل لتسهيل الولادة

هرمون الكالسيتونين و البارثورمون يؤثران على كل العظام في جسم الانسان في كل وقت حيث ينظمان نسبة الكالسيوم في الدم والعظام بينما هرمون الريلاكسين لا يؤثر الا على عظام الحوض فقط وفى وقت الولادة فقط لا غير حيث يعمل على ارتخاء او انفتاح الارتفاق العاني و هو منطقة اتصال نصفي عظام الحوض لتسهيل الولادة

سابعا: هرمونات القناة الهضمية

١- الغشاء المخاطي المبطن للقناة الهضمية يحتوي على:

١. غدد قنوية تفرز العصارة الهاضمة
٢. غدد صماء تفرز هرمونات تنشط غدد القناة الهضمية لإفراز الانزيمات الهاضمة وعصاراتها
٣. مثال: هرمون الجاسترين وهرموني السكيرتين و الكولسيستوكينين

٢- هرمون الجاسترين

يفرز من المعدة ثم ينتقل عبر الدم الى المعدة مرة اخري ليحفز الغدد التي تفرز العصارة الهاضمة على افرازها للقيام بالهضم

٣- هرموني السكيرتين و الكوليسيستوكينين

يفرزان من الأمعاء الدقيقة ثم ينتقلان الى البنكرياس عبر الدم ثم ينشطان البنكرياس لإفراز عصارته الهاضمة على الطعام فور وصوله للاثني عشر في الأمعاء الدقيقة

٤- الوظيفة العامة لهذه الهرمونات الثلاثة هي تنشط غدد القناة الهضمية لإفراز الانزيمات الهاضمة وعصاراتها



البـاب الاول
الفصـل الثالث
التكاثر في الكائنات الحية



الدرس الأول: طرق التكاثر في الكائنات الحية

تعريف التكاثر: هو عملية حيوية يقوم بها الكائن الحي بعد أن يصل لحد معين من النمو بغرض الحفاظ على نوعه وحمايته من الانقراض وزيادة أعداده.

أهمية التكاثر للأحياء:

١. توقف التكاثر في نوع معين بشكل جماعي يعرضه للانقراض.
٢. عملية التكاثر تعتمد على تأمين جميع الوظائف الحيوية الأخرى وليس العكس
٣. الوظائف الحيوية مثل التنفس والتغذية والإخراج: الاهمية مهمة لاستمرار حياة الأفراد وتؤمن بقاء الأفراد ولو توقفت لهلك الفرد سريعاً. وتوقيتها تبدأ منذ بداية الحياة وذلك لتوفير الطاقة اللازمة للنمو.
٤. عملية التكاثر: الاهمية مهمة لأنها تؤمن بقاء الأنواع وزيادة أعدادها ولكنها لا تؤثر على استمرارية الحياة. ولو توقفت لا يهلك الفرد حتى لو ازيلت أعضاء التكاثر. توقيتها ← بعد الوصول لحد معين من النمو يوجه لها الفرد معظم طاقة وسلوكه.

قدرات التكاثر بين الأحياء

تتوقف على:

(١) البيئة المحيطة:

مثال: الأحياء المائية تنتج نسلاً أكثر من أقرانها على اليابسة وذلك لتعويض الفاقد منها.

(٢) طبيعة حياة الكائن الحي وحجم المخاطر التي يتعرض لها:

مثال: الأحياء الطفيلية تنتج نسلاً أكثر من الكائنات الحرة لتعويض الفاقد منها.

(٣) تطور الكائن الحي وطول عمره:

مثال: الأحياء البدائية أو قصيرة العمر تنتج نسلاً أكثر مما تنتجه الأحياء المتقدمة أو طويلة العمر.
علل: وذلك لتعويض الفاقد منها ولما تلقاه الأحياء المتقدمة من رعاية وحماية من الآباء.

طرق التكاثر في الكائنات الحية

(١) التكاثر اللاجنسي. (يعتمد على فرد ابوي واحد)
(٢) التكاثر الجنسي. (يعتمد على فردين ابويين)
(٣) هناك بعض الكائنات الحية تجمع بين طريقتي التكاثر (الجنسي – اللاجنسى) في دورة حياتها

- يتوقف وجود الأنواع والأفراد في الوقت الحاضر على:
١. نجاح اسلافها في التكاثر.
٢. تخطي المصاعب التي واجهتها عبر الأجيال المتلاحقة.
- علل/ انقراض الديناصورات والزواحف العملاقة؟
وذلك بسبب عدم قدرتها على التكاثر وتخطي المصاعب التي واجهتها عبر الأجيال المتلاحقة.



وهو ما يعرف بـ (تعاقب الأجيال).

أولاً: التكاثر اللاجنـسي

- الخصائص العامة للتكاثر اللاجنسي

(١) كيفية حدوثه: انفصال جزء من الجسم سواء كان خلية جرثومية واحدة أو عدة خلايا أو أنسجة ونموها إلى فرد جديد يشبه الفرد الأبوي (تحدث بدون امشاج).

(٢) شيوعه: شائع فى عالم النبات ويقتصر وجوده على بعض الأنواع البدائية من عالم الحيوان حيث أنه يعتمد على (الانقسام الميتوزى) لإنتاج افرد جديده من فرد ابوي واحد

(٣) الانقسام: يعتمد على (الانقسام الميتوزى) لخلايا الكائن الأصلي حيث يكون عدد الصبغيات فى خلايا الكائن الجديد مماثل لعدد الصبغيات لخلايا الكائن الأصلي.

(٤) خصائص الكائن الناتج منه: يشبه الفرد الأصلي في جميع صفاته حيث يتسلم مادته الوراثية من أب واحد

(٥) المخاطر: وبما ان هذا النوع من التكاثر يعتمد على فرد ابوي واحد فان هذا يعرض النسل الناتج للهلاك إذا حدث تغيير في البيئة المحيطة مثل درجة الحرارة

(لا يحدث للافراد الجديد أي مخاطر من الظروف الجديدة اذا كانت آباؤها قد تأقلمت مع ذلك التغيير).

(٦) الخصائص العامة للتكاثر اللاجنسي:

أ – يحافظ على ثبات الصفات الوراثية، (حيث يعتمد على فرد ابوي واحد ينقسم ميتوزيا لإنتاج افراد جديدة مطابقة له وراثيا)

ب-غير مكلف للوقت والطاقة، (حيث يعتمد على فرد ابوي واحد ينقسم ميتوزيا لإنتاج افراد جديدة مطابقة له وراثيا كما لا يلزم لا تمامة وجود منزل او عش او جحر)

جـ-تتمكن جميع أفراد النوع من الانجاب. (حيث يعتمد على فرد ابوي واحد ينقسم ميتوزيا لإنتاج افراد جديدة مطابقة له وراثيا)

د –وفرة النسل. (حيث ان جميع الافراد تنتج وتكون سرعة الإنتاج عالية حيث تعتمد على الانقسام الميتوزى للفرد الابوي)

أنواع التكاثر اللاجنسي

اولا: الانشطار الثنائي

تتكاثر به كثير من الأوليات الحيوانية كالأميبا والبراميسيوم والطحالب البسيطة والبكتريا.

(أ) في الظروف المناسبة:

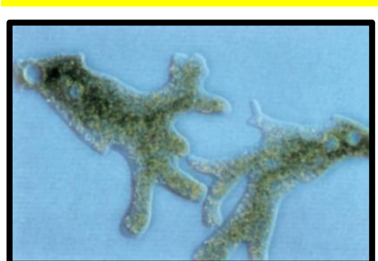
١. تنقسم النواة ميتوزيا.

٢. تنشطر الخلية التي تمثل جسم الكائن الحي إلى خليتين فيصبح كل منها فرداً جديداً.

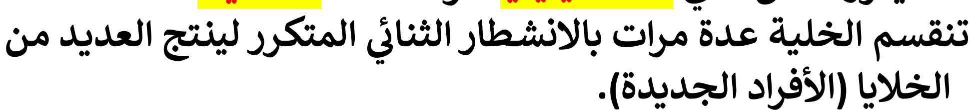


٣. الأفراد الناتجة تكون مشابهة للأب وذلك لأنها نشأت من **الانقسام الميتوزي**.
وبالتالي فإن عدد صبغيات الخلية الجديدة يكون **مساوي** للخلية الأم.

(ب) في الظروف غير المناسبة. (قلة الماء – الجفاف – تغير PH - تغير درجة الحرارة).



١. يفرز الكائن الحي **غلافاً كيتينيا** حول نفسه **للحماية**.



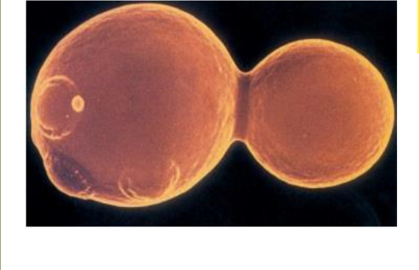
تنقسم الخلية عدة مرات بالانشطار الثنائي المتكرر لينتج العديد من الخلايا (الأفراد الجديدة).

٢. تتحرر الأفراد الجديدة من الحوصلة فور تحسن الظروف المحيطة.

بعد الانشطار الثنائي يختفي الفرد الابوي **وذلك لان الخلية التي تمثل الفرد الابوي قد انقسمت ميتوزيا الى فردين جديدين بالانشطار الثنائي الذى يعتبر نوع من التكاثر اللاجنسي**
الافراد الناتجة من الانشطار تكون **مساوية** للفرد الابوي في الحجم والصفات الوراثية

ثانيا: التبرعم:

(أ) الكائنات وحيدة الخلية (الخميرة):



ينشأ البرعم كبروز جانبي على الخلية الأصلية.
تنقسم نواة الخلية الأصلية **ميتوزيا** إلى نواتين تبقى إحداهما فى الخلية الأم وتهاجر الثانية نحو البرعم.
ينمو البرعم تدريجياً ثم:

١. يبقى متصل بخلية الأم حتى يكتمل نموه ثم ينفصل عنها.
٢. او يستمر فى اتصاله بها مكونا مع غيره من البراعم النامية **مستعمرات خلوية**.

(ب) الكائنات متعددة الخلايا (الهيدرا - الاسفنج):



a. ينمو البرعم على شكل بروز صغير من أحد جوانب الجسم بفعل (**انقسام الخلايا البينية**) وتميزها إلى برعم.
b. ينمو البرعم تدريجياً ليشبه الأم تماماً.



c. ينفصل عنها الكائن الجديد ليبدأ حياته مستقلاً.

١. يتكاثر الاسفنج والهيدرا جنسياً بالامشاج إلى جانب قدرتها على التكاثر اللاجنسي بالتبرعم والتجدد.
٢. ينشأ برعم الهيدرا بفعل انقسام الخلايا البينية ونموها لبرعم جديد ينفصل عن الام
٣. الخميرة بعد التبرعم ينتج عنها مستعمرات او افراد مستقلة
٤. حجم البراعم يكون اصغر من حجم الفرد الابوي ولكنها متماثلة معه وراثيا

ثالثا: التجدد

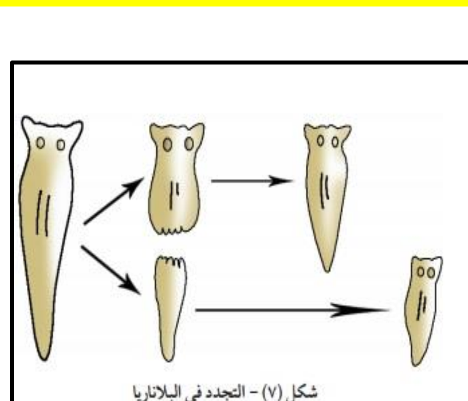
تشيع في النباتات وبعض الحيوانات كالإسفنج والهيدرا وبعض الديدان ونجم البحر.
كما تقل قدرة الكائن على التجدد كلما تقدم في الرقي.



(أ) الكائنات ا لراقية (التجدد بغرض التعويض):

س : لا يعتبر التجدد فيها تكاثر... علل :
جـ/ وذلك لأن التجدد يقتصر على تعويض الأجزاء المفقودة من الجسم عند التعرض لحادث أو تمزق في الأنسجة.

مثال (١): الفقاريات العليا:
يقتصر التجدد فيها على التئام الجروح المحدودة في الجلد والأوعية الدموية والعضلات بتكوين خلايا جديدة وذلك لأن التجدد تقل قدرته برقي الحيوان.



مثال(٢): بعض القشريات والبرمائيات:
يقتصر التجدد فيها على استعاضة الأجزاء المبتورة فقط.

(ب) الكائنات الأقل رقياً: (التجدد بغرض التكاثر):

يعتبر التجدد فيها تكاثراً... علل ؟!
وذلك لأنه إذا تم تقطيع الكائن لعدة قطع فان أي قطعة من الجسم تستطيع النمو إلى فرد جديد.

شكل (٧) – التجدد في البلاناريا

أمثلة:
٢- الهيدرا:
تتجدد إذا قطعت لعدة أجزاء في مستوى عرضي حيث ينمو كل جزء إلى فرد جديد مستقل.
٣- دودة البلاناريا:
وهي من الديدان المفلطحة المنتشرة في الماء العذب.

يمكنها أن تتجدد إذا قطعت لعدة أجزاء على مستوى عرضي أو لجزئيين طولياً. حيث ينمو كل جزء إلى فرد جديد.

٤- **نجم البحر:**

يتجدد إذا قطعت إحدى أذرعه مع قطعة من قرصة الوسطى إلى فرد مستقبل في فترة وجيزة.

علل: يشكل نجم البحر خطراً على محار اللؤلؤ؟

وذلك لأن نجم البحر الواحد يفترس حوالي عشرة محارات يومياً بما قد تحمله من لؤلؤ بين ثناياها.



بم تفسر: لجأ مربو المحار إلى حرق نجم البحر؟

وذلك بسبب معرفتهم أن تكسيرها او تقطيعها يعمل على تكاثرها او اكثارها حيث ان الزراع مع جزء من القرص الوسطى ينمو الى نجم بحر كامل بالتجدد.

- علل يختلف التجدد فى كل في الهيدرا والاسفنج عن التجدد في القشريات والبرمائيات؟

وذلك لأن التجدد في الهيدرا و الاسفنج يعتبر نوع من التكاثر اللاجنسي. (التجدد) حيث تنتج أفراداً جديدة من الأجزاء المقطوعة.

بينما القشريات والبرمائيات لا يعتبر تكاثر حيث لا تنتج أفراداً جديدة ولكن يتم استعاضة الأجزاء المبتورة من اجسادها فقط.

- علل: يختلف التجدد فى البلاناريا ونجم البحر عن التجدد فى الفقاريات العليا؟

وذلك لأن التجدد فى البلاناريا ونجم البحر يعتبر نوع من التكاثر اللاجنسي. (التجدد) لإنتاج أفراداً جديدة من الأجزاء المقطوعة.

بينما فى الفقاريات العليا لا يعتبر تكاثر لأنه يقتصر التجدد على التئام الجروح.فقط

رابعا : التكاثر بالجراثيم (التجرثم).

الجرثومة:

هي عبارة عن خلية واحدة لها جدار سميك تحتوي على سيتوبلازم به كمية ضئيلة من الماء ونواه.

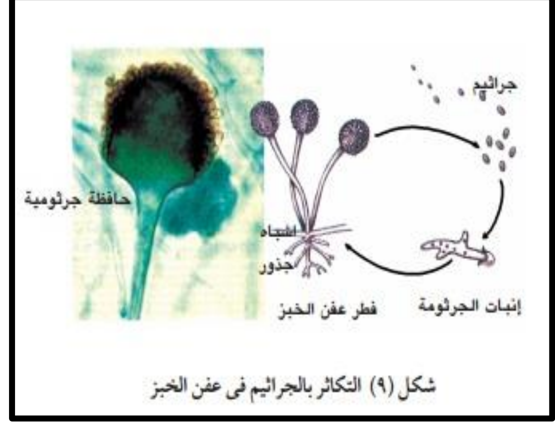
الكائنات التي تتكاثر بالجراثيم:

١. **الفطريات**

مثل فطر عفن الخبز وفطر عيش الغراب (الجراثيم في الفطريات تتكون بالانقسام الميتوزي).

٢. **السراخس:**

تتكاثر بالجراثيم أثناء دورة تعاقب الأجيال (الجراثيم في السراخس تتكون بالانقسام الميوزي).



شكل (٩) التكاثر بالجراثيم فى عفن الخبز



٥- **كيفية التكاثر بالجراثيم في كل من عفن الخبز وعيش الغراب:**

١. تتحرر الجرثومة عند نضجها من النبات الأم لتنتشر في الهواء.
٢. تمتص الماء عند وصولها لوسط ملائم للنمو ويتشقق جدارها وتنقسم عدة مرات ميتوزياً حتى تنمو إلى فرد جديد.

مميزات التكاثر بالجراثيم:

علل: تلجأ بعض الكائنات الحية إلى التكاثر بالجراثيم؟

١. سرعة الإنتاج. (لاعتمادها على الانقسام الميتوزى في التكاثر اللاجنسي)
٢. تحمل الظروف القاسية. (بسبب الغلاف السميك الذي يحيط بها)
٣. الانتشار لمسافات بعيدة. (حيث انها خفيفة الوزن فتحملها الرياح لمسافات بغيده)

١. يعتبر التكاثر بالجراثيم افضل صور التكاثر اللاجنسي بسبب سرعة النسل والانتشار لمسافات بعيدة ومقاومة ظروف البيئة
٢. اذا سقطت الجرثومة على تربة رطبة تمتص الماء ويتفتت الجدار السميك وتبدأ في الانبات حيث تنقسم ميتوزي لتكوين فطر جديد
٣. اذا سقطت الجرثومة على تربة جافة ليس بها ماء لا تنبت بسبب عدم تفتت الجدار السميك

خامسا: التوالد البكري (العذري):

١- **التعريف:**

هو قدرة البويضة على النمو لتكوين فرد جديد بدون إخصاب من المشيج الذكري.

٢- **علل: يعد التوالد البكري نوعاً خاصاً من التكاثر اللاجنسي؟**

وذلك لأن العديد من القشريات والديدان والحشرات يتم إنتاج الأبناء فيها من أب واحد فقط ينتج عن المشيج الأنثوي (البويضة)

٣- **أنواع التوالد البكري:**

توالد بكري طبيعي. وتوالد بكري صناعي

أولاً: التوالد البكري الطبيعي

مثال ١: نحل العسل (ينتج ذكور ١ن)

١- تنتج الملكة (ملكة نحل العسل) البيض من الانقسام الميوزي والبيض ينمو الى نوعان تبعا لحدوث اخصاب او لا حيث ان:

١. الذكور: تنتج من البيض الذي ينمو بدون إخصاب من المشيج الذكرى (ينمو بالتوالد البكري) ويكون أحادي المجموعة الصبغية (١ ن).



علل: تكون ذكور نحل العسل احادية المجموعة الصبغية؟
وذلك لأن الذكور تنمو بالتكاثر البكري (لاجنسي). عن طريق نمو البويضة أحادية المجموعة الصبغية (١ن) فيكون ذكر نحل العسل احادى المجموعة الصبغية (١ن).

٢. **الملكات والشغالات:** تنتج من البيض الذي ينمو **بعد الإخصاب** من المشيج الذكرى. ويكون الانتاج لإناث (ملكات او شغالات) وذلك حسب نوع الغذاء

تكون الملكات والشغالات ثنائية المجموعة الصبغية (٢ن) ...علل ؟وذلك لأنها تنمو من إخصاب المشيج الذكري للمشيج الأنثوي (١ ن+ ١ ن = ٢ ن).

مثال ٢: حشرة المن (تنتج اناث ٢ن)

تتكون البويضات من انقسام ميتوزي للخلايا المناسل (٢ن) فتنمو إلى أفراد ثنائية المجموعة الصبغية (٢ن)

١. بالتكاثر اللاجنسي بالتوالد البكري الطبيعي يتم انتاج افراد أحادية (ذكور نحل العسل) وثنائية الصبغيات (اناث حشرة المن)
٢. يتم نمو البويضات (الامشاج المؤنثة) الى افراد جديدة بالتوالد البكري
٣. الحيوانات المنوية (الامشاج المذكرة) ليس ليها القدرة على النمو لتكوين افراد جديدة
٤. ذكور نحل العسل لا تنجب الا اناث فقط وذلك لانها تنتج الحيوانات المنوية بالانقسام الميتوزي ثم تخصب هذه الحيوانات المنوية بويضات الملكات لانتاج اناث
٥. الحيوانات المنوية لذكر نحل العسل تنتج بالانقسام الميتوزي وليسر الميوزي لان الخلايا الجسدية لذكر النحل تكون ١ن حيث نه ناتج من توالد بكرى طبيعي لبويضة ١ن بدون اخصاب
٦. ملكات نحل العسل تنجب ذكور ١ن لا جنسيا بدون اخصاب بالتوالد البكري الطبيعي او اناث ٢ن جنسيا بعد الاخصاب
٧. حشرة المن تنتج اناث ٢ن بالتوالد البكري الطبيعي حيث انها تنتج بويضاتها بالانقسام الميتوزي وليس الموزي



ثانياً: التوالد البكري الصناعي:

مثال ١ نجم البحر والضفدعة:

١. يتم تنشيط البويضات بواسطة: تعريضها لصدمة حرارية أو كهربية أو للاشعاع أو لبعض الأملاح أو للرج أو للوخز بالأبر.
٢. يؤدي التنشيط إلى تضاعف الصبغيات بدون إخصاب مكونة أفراداً جديدة تشبه الأم تماماً.

مثال ٢ الأرانب: استخدمت منشطات كالتي استخدمت مع الضفدعة لتكوين أجنة مبكرة من بويضاتها.

- سادسا: زراعة الأنسجة:

التعريف: هو إنماء نسيج حي (نباتي تحتوي خلاياه على **المعلومات الوراثية الكاملة**). في وسط غذائي شبه طبيعي (**لبن جوز الهند**). ثم متابعة تميز أنسجتها وتقدمها نحو إنتاج أفراد جديدة كاملة.

تجربة على نبات ا لجذر (أو الطباق) :

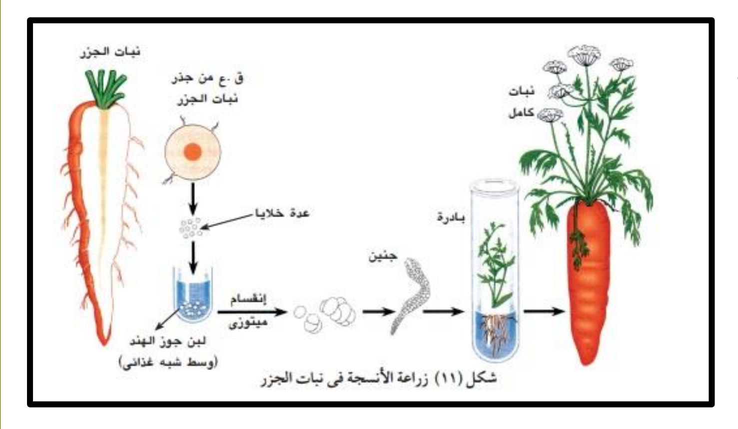
١. تم فصل أجزاء صغيرة من الجذر أو الطباق في أنابيب زجاجية صغيرة تحتوي على لبن جوز الهند وهو لبن يحتوي على جميع الهرمونات النباتية والعناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات فبدأت هذه الأجزاء الكبيرة في النمو إلى نبات كامل.
٢. تم فصل خلايا منفردة من نفس انسجة النبات وزراعتها بنفس الطريقة للحصول على نبات كامل.

- **أكدت التجارب أن:**

الخلية النباتية التي تحتوي على المعلومات الوراثية الكاملة يمكنها أن تصبح نباتاً كاملاً إذا زرعت في وسط غذائي مناسب يحتوي على الهرمونات النباتية بنسب معينة. (الأساس العلمي لزراعة الانسجة). كما يتم حفظ الأنسجة المختارة للزراعة في نيتروجين سائل (لتبريدها لمدة طويلة مع الإبقاء على حيويتها لحين زراعتها وبالتالي التحكم في وقت زراعتها).

أهمية زراعة الأنسجة؟

١. إكثار نباتات نادرة أو ذات سلالات ممتازة أو أكثر مقاومة للأمراض.
٢. اختصار الوقت اللازم لنمو المحاصيل المنتجة وإكثارها.
٣. تقديم حلولاً لمشاكل الغذاء بشكل عام.



شكل (١١) زراعة الأنسجة فى نبات الجزر

تابع طرق التكاثر في الكائنات الحيـة

ثانياً: التكاثر الجنسي

الخصائص العامة للتكاثر الجنسي:

١. **يوفر تجديداً مستمراً فى البناء الوراثي للأجيال الناتجة** مما يمكنها من الاستمرار فى وجه التغيرات البيئية.

٢. **مكلف فى الوقت والطاقة والناحية البيولوجية؟ !** وذلك لأنه:

أ – يتم بعد مدة من عمر الكائن ويتطلب إعداداً خاصاً من الأبوين قبل التزاوج (منزل – عش – جحر).

ب – يتبادل الأبوين حراسة البيض ورعاية الأبناء حتى تكبر.

يمكن للأفراد الناتجة من التكاثر الجنسي الاستمرار فى وجه التغيرات البيئية؟!
لأنه فى التكاثر الجنسي تتسلم الأبناء المادة الوراثية من كلا الأبوين فيصير الإبن خليطاً من صفات الأب والأم وبذلك يعطي تجديداً مستمراً فى البناء الوراثي للأبناء يمكنها من الاستمرار فى وجه التغيرات البيئية. ويعتمد على الانقسام الميوزي.

ج -بعض الأنواع تحتفظ بالأجنة فى بطون الأنثى حتى تتكون وتولد.

د-قد تبقى الأبناء مع آبائها فى حياة اجتماعية للحماية وتعلم الكثير من السلوك.

هـ-اقتصار الإنجاب على نصف عدد أفراد النوع (الإناث) لذلك فالتكاثر الجنسي مكلف بيولوجيا

كيفية حدوث التكاثر الجنسي:

عند تزاوج فردين ذكر وأنثى تتم عملية الإخصاب باندماج المشيج المذكر (١ن) مع المشيج المؤنث (١ن) وتتكون اللاقحة (الزيجوت) (٢ن) الذي ينقسم **ميتوزيا** وينمو لتكوين جنين ثم فرد يافع.

(التكاثر الجنسي يعتمد على الانقسام الميوزي في تكوين الامشاج ثم يعتمد على الانقسام الميتوزي في نمو اللاقحة الى جنين ثم فرد يافع)



خصائص الفرد الناتج من التكاثر الجنسي:

يجمع بين صفات الأبوين حيث يتسلم المادة الوراثية من كلا الأبوين فيصير خليطاً من صفاتهما لذا يتمكن من الاستمرار فى مواجهة تغيرات البيئة.

شيوع التكاثر الجنسي:

أ – كثير من النباتات.

ب – معظم الحيوانات الفقارية واللافقارية الراقية.

الصور المختلفة للتكاثر الجنسي:

أ-الاقتران.

ب-التكاثر بالأمشاج الجنسية.

صور التكاثر الجنسي

التكاثر بالاقتران

تتكاثر معظم الكائنات البدائية كبعض الأوليات والطحالب والفطريات بطريقتين هما:

أ – التكاثر اللاجنسي بالانقسام الميتوزي في الظروف المناسبة.

ب-التكاثر الجنسي بالاقتران في الظروف غير المناسبة مثل (تعرضها للجفاف – تغير درجة حرارة الماء – تغير درجة نقاوة الماء).

الاقتران فى الأسبيروجيرا

(١) يعرف طحلب الأسبيروجيرا بالريم الأخضر.حيث تطفوا خيوطه التي يتكون كل منها من صف واحد من الخلايا في المياه الراكدة.

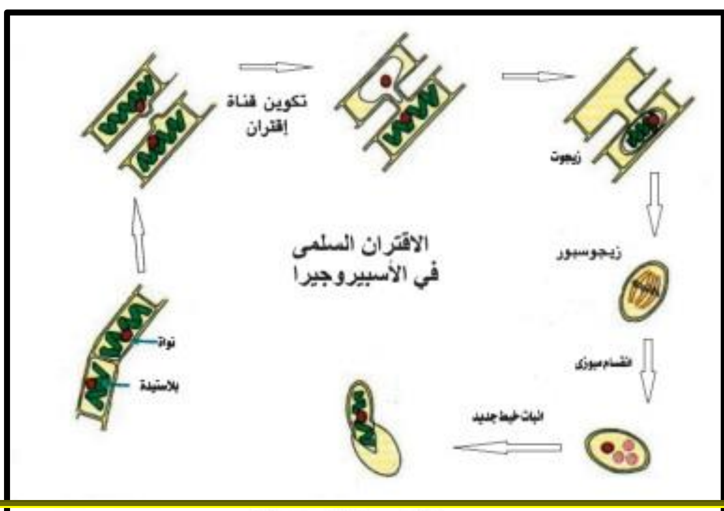
(٢) يلجأ طحلب الاسبيروجيرا إلى الاقتران في الظروف غير المناسبة.

أنواع الاقتران:

أولا: الاقتران السلمي

يحدث بين الخلايا المتقابلة فى خيطين متجاورين طولياً من الأسبيروجيرا حيث:

١. يتجاور خيطان من الأسبيروجيرا طولياً.
٢. تنمو نتوءات للداخل بين بعض أزواج الخلايا المتقابلة حتى تتلامس النتوءات ويزول الجدار الفاصل بينهما لتكوين قناة الاقتران.



(شكل ١٢) الاقتران السلمى



٣. يتكور البروتوبلازم في خلايا أحد الخيطين ليهاجر إلى خلايا الخيط المقابل عبر قناة الاقتران. مكوناً لاقحة (زيجوت) (٢ن).
٤. تحاط اللاقحة بجدار سميك لحمايتها من الظروف غير الملائمة حينئذ تعرف باللاقحة الجرثومية (الزيجوسبور) (٢ ن) وتتحرر من خيط الطحلب.
٥. تبقى اللاقحة الجرثومية ساكنة حتى تتحسن الظروف المحيطة فتنقسم ميوزياً مكونة ٤ خلايا بكل منها ١ن من الصبغيات تتحلل ثلاثة وتبقى واحدة تنبت مكونة خيط جديد (١ ن).

- خلايا خيط طحلب الاسبيروجيرا أحادية الصبغيات (١ن) وبعد الاقتران تتكون اللاقحة ثنائية الصبغيات (٢ن) لذا تنقسم ميوزياً قبل الإنبات ليعود للخلايا العدد الفردي للصبغيات.
- الاسبيروجيرا هو الريم الأخضر وهو أحادي المجموعة الصبغية (١ن).
- في الاقتران السلمي تتكون قناة اقتران بينما في الاقتران الجانبي تتكون قناة جانبية

ثانيا: الاقتران الجانبي:

يحدث في الخلايا المتجاورة في نفس الخيط الطحلبي. حيث تنتقل مكونات أحد الخليتين إلى الخلية المجاورة لها وذلك من خلال فتحة في الجدار الفاصل بينهما.



(شكل ١٣) الاقتران الجانبي

التكاثر بالأمشاج الجنسية

	الأمشاج الذكرية	الأمشاج الأنثوية
عضو الانتاج	تنتجه المناسل المذكرة * الخصية ← في الحيوان. * المتك ← في النبات.	تنتجه المناسل المؤنثة * المبيض : [في الحيوان – في النبات]
الأمشاج	* الحيوان المنوي ← في الحيوان. *حبوب اللقاح ← في النبات.	* البويضة ← في الحيوان * البيضة ← في النبات.
العدد	ينتج بأعداد كبيرة حيث أن كل خلية أولية تنتج أربعة	ينتج بأعداد قليلة حيث أن كل خلية أولية



	أمشاج ذكرية **علل** وذلك لاحتمال فقد بعضها خلال رحلتها إلى المشيج الأنثوى	تنتج مشيج مؤنث واحد (بويضة) وثلاثة أجسام قطبية.
الوصف	الجسم مستدق قليل السيتوبلازم حيث يفقد معظم السيتوبلازم أثناء تكوينه.	الجسم مستدير وغني بالغذاء لتغذيه اللاقحة (الزيجوت).
الحركة	يتحرك بسوط أو زيل فى الحيوان والإنسان	ساكن فى جسم الأنثى فى حالات التلقيح الداخلى
الوظيفة	نقل المادة الوراثية إلى المشيج المؤنث فى عملية الإخصاب	استقبال المادة الوراثية من المشيج المذكر.

* تتكاثر الأحياء النباتية والحيوانية المتقدمة **بالأمشاج الجنسية** الذكرية والأنثوية الناتجة عن انقسام ميوزي يتم في المناسل (الأعضاء الجنسية). وهي نوعان هما:

التلقيـح

التعريف: هو انتقال المشيج الذكري إلى مكان المشيج الأنثوي.

التلقيح الخارجي	التلقيح الداخلي
(١) يتم فى الحيوانات المائية كالأسماك العظمية والـ...	(١) يتم فى الحيوانات البرية التى تعيش على اليابسة مثل الطيور
(٢) الم...	

(١) اللاقحة تنقسم ميتوزياً لتكوين فرد جديد فى النباتات الزهرية والحيوانات المتقدمة (٢ن).
(٢) اللاقحة تنقسم ميوزياً لتكوين فرد جديد فى الاسبيروجيرا (١ن).
(٣) طحلب الأسبيروجيرا و طفيل بلازموديوم الملاريا ينتج بالانقسام الميوزى للاقحة.
(٤) الجنين: (نبات – حيوان) ينتج بالانقسام الميتوزى للاقحة.
(٥) ذكر نحل العسل (١ن) ينتج من الانقسام الميتوزى للبويضة غير المخصبة.
(٦) الملكات والشغالات (٢ن) تنتج من الانقسام الميتوزى للبويضة المخصبة.
(٧) طحلب الاسبيروجيرا (١ن) ينتج من الانقسام الميوزى للاقحة.
(٨) حشرة المن (٢ن) ينتج من انقسام ميتوزى للبويضة.
(٩) الجنين (نبات – حيوان) ينتج من انقسام ميتوزى للاقحة. عدا الاسبيروجيرا انقسام ميوزى.

الإخصـاب

التعريف: اندماج نواة المشيج الذكري (١ن) بنواة المشيج الأنثوي (١ن) لتكوين اللاقحة (٢ن) و اللاقحة ثنائية المجموعة الصبغية (٢ن) يبدأ الجنين فى التكوين وذلك بالانقسام الميتوزي.



مسائل على التكاثر الجنسي بالاقتران

اذا كان لديك خيطين طحلبيين احدهما به ١٠٠ خلية والخيط الاخر به ٦٠ خلية احسب عدد اللواقح الجرثومية التي تتكون بالاقتران السلمي واللواقح الجرثومية التي تتكون بالاقتران الجانبي

الحل

1. **عدد اللواقح الجرثومية التي تتكون بالاقتران السلمي = ٦٠ لاقحة جرثومية (السبب هو ان كل خلية من خلايا الخيط الأول يحدث بيها وبين خلايا الخيط الثاني اقتران سلمي فتتكون ٦٠ لاقحة بالاقتران السلمي)**
2. **باقي من الخيط الأول عدد وقدرة (١٠٠ خلية – ٦٠ خلية "حدث لها اقتران سلمي" = ٤٠ خلية) ٤٠ خلية يحدث بين كل اثنين من ٤٠ خلية اقتران جانبي يكون المجموع ٤٠/٢ = ٢٠ لاقحة جرثومية بالاقتران الجانبي**
3. **المجموع الكلي للواقح الجرثومية = ٦٠ لاقحة بالاقتران السلمي + ٢٠ لاقحة بالاقتران الجانبي = ٨٠ لاقحة جرثومية(زيجوسبور)**

ظاهرة تعاقب الأجيال

التعريف: هي ظاهرة تعاقب جيلين أو أكثر فى دورة حياة الكائن الحي. أحدهما يتكاثر جنسياً في العائل الأساسي. والجيل الآخر يتكاثر لا جنسياً فى العائل الوسيط.

بعض الأنواع النباتية والحيوانية لها القدرة على التكاثر الجنسي. و اللاجنسي. في دورة الحياة وذلك لتجني مميزاتها معاً حيث:

١-التكاثر الجنسي: يحقق التنوع الوراثي بما يمكنه من الانتشار ومسايرة تغيرات البيئة.

٢-التكاثر اللاجنسي: سرعة الإنتاج ووفرة النسل.

أولاً: دورة حياة بلازموديوم الملاريا

١- البلازموديوم من الأوليات الجرثومية التي تتطفل على الإنسان وأنثى بعوضة الأنوفيليس.

٢- يتعاقب فى دورة حياة البلازموديوم جيل يتكاثر:

أ- جنسياً : بالأمشاج فى البعوضة (العائل الأساسي).

ب- لاجنسيا :

١. فى البعوضة بالتجرثم.



٢. فى الإنسان (العائل الوسيط) بالتقطع.

٣- ذكر الأنوفيليس لا يصيب الإنسان بالملاريا لأنه لا يصابا بالطفيل لأنه يمتلك أجزاء فم لاعقة يعيش بها على رحيق الأزهار.

٤- دورة الحياة:

(أ) دورة الحياة فى جسم الإنسان:

- يتكاثر فيها الطفيل لاجنسياً بالتقطع.

١- تلدغ أنثى بعوضة الأنوفيليس مصابة بالطفيل جلد الإنسان وتصب فى دمه أشكالاً مغزلية دقيقة تسمى الاسبوروزويتات (١ن).

٢- تتجه الأسبوروزويتات (١ن) مع الدم إلى الكبد حيث تقضي فترة حضانة تقوم فيها بدورتين من التكاثر اللاجنسي حيث تنقسم النواة بالتقطع لتنتج الميروزويتات (١ن).

٢- تنتقل الميروزويتات (١ن) لتصيب كريات الدم الحمراء حيث تقضي. فيها عدة دورات لاجنسية لإنتاج العديد من الميروزويتات (١ن)

٣- تخرج الميروزويتات بأعداد هائلة كل يومين بعد تفتت كريات الدم الحمراء المصابة حينئذ تظهر على المصاب أعراض حمى الملاريا (ارتفاع درجة الحرارة – رعشة – عرق غزير).

٤- تتحول بعض الميروزويتات إلى أطوار مشيجية (١ن) تنتقل مع دم المصاب إلى البعوضة عند لدغها للإنسان المصاب.

(ب) دورة الحياة فى جسم البعوضة:

١- يتكاثر فيها الطفيل جنسياً بالإمشاج (الاطوار المشيجية المذكرة والمؤنثة) ثم لاجنسي بالتجرثم.

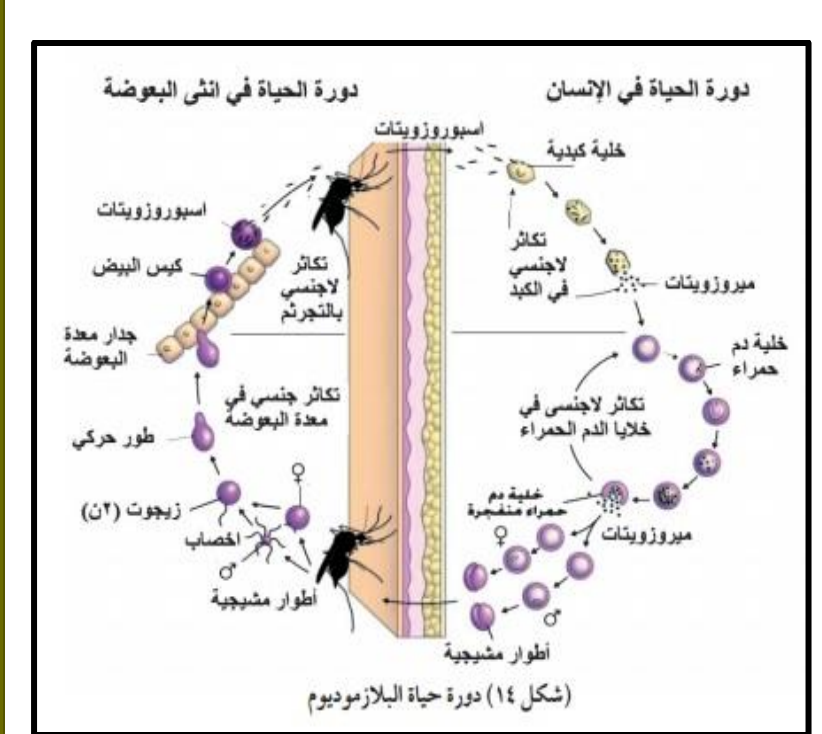
٢- تتحرر الأمشاج من كريات الدم الحمراء وتندمج لتكون اللاقحة (٢ن) فى معدة تجويف البعوضة.

٣- تتحول اللاقحة إلى طور حركي (أووكينيت (٢ن)) يخترق جدار المعدة.

٤- ينقسم الطور الحركي ميوزياً مكوناً كيس البيض (أووسيست (١ن)) الذي تنقسم نواته ميتوزياً فيما يعرف بالتجرثم ويعتبر ذلك تكاثراً لا جنسي.

٥- ينتج عن التجرثم العديد من الأسبوروزويتات (١ن)

٦- التي تتحرر وتتجه إلى الغدد اللعابية للبعوضة استعداداً لإصابة إنسان سليم



(شكل ١٤) دورة حياة البلازموديوم

دورة حياة البلازموديوم	

(١) الطور الحركي (أووكينيت (٢ن) : في تجويف معدة أنثى بعوضة الأنوفيليس. ينتج من تحول اللاقحة ليتمكن من اختراق جدار المعدة.
(٢) كيس البيض (أووسيست (١ن)): يوجد في جدار معدة أنثى البعوضة الأنوفيليس. بعد الانقسام الميوزي للطور الحركي. ثم تنقسم نواة كيس البيض ميتوزيا بالتجرثم مكونة الاسبوروزويتات.
(٣) الاسبوروزويتات (١ن): تتحرر من كيس البيض وتتجه للغدد اللعابية. وتنتج من التكاثر اللاجنسي لكيس البيض حيث تنقسم نواة كيس البيض ميتوزياً بالتجرثم لتعطى العديد من الاسبوروزويتات.

دورة حياة نبات الفوجير (من السراخس)

١-السراخس

(مثل: نبات الفوجير (نبات زينة في المشتـل).و نبات كزبرة البئر (ينمو على حواف الأبار).)

٢- يتعاقب في دورة حياة الفوجير ←

١. طور جرثومي (٢ ن) يتكاثر لاجنسياً بالجراثيم.
٢. طور مشيجي (ن) يتكاثر جنسيا بالأمشاج.

(أ) الطور الجرثومي (٢ن) (سائد).

١- تبدأ دورة حياة نبات الفوجير بالطور الجرثومي (٢ن) الذي يحمل على السطح السفلي لأوراقه بثرات بها حوافظ جرثومية (٢ن).
٢- تحتوي الحوافظ الجرثومية على العديد من الخلايا الجرثومية (٢ ن) التي تنقسم ميوزياً لتكوين الجراثيم (١ن) تتحرر الجراثيم عند نضجها من الحوافظ وتحملها الرياح لمسافات بعيدة.
٣- عندما تسقط الجرثومة على تربه رطبة (بها ماء) تنبت مكونة عدة خلايا لا تلبث أن تتميز إلى شكل الطور المشيجي (١ن).



(ب) الطور المشيجي (١ ن) (غير سائد)

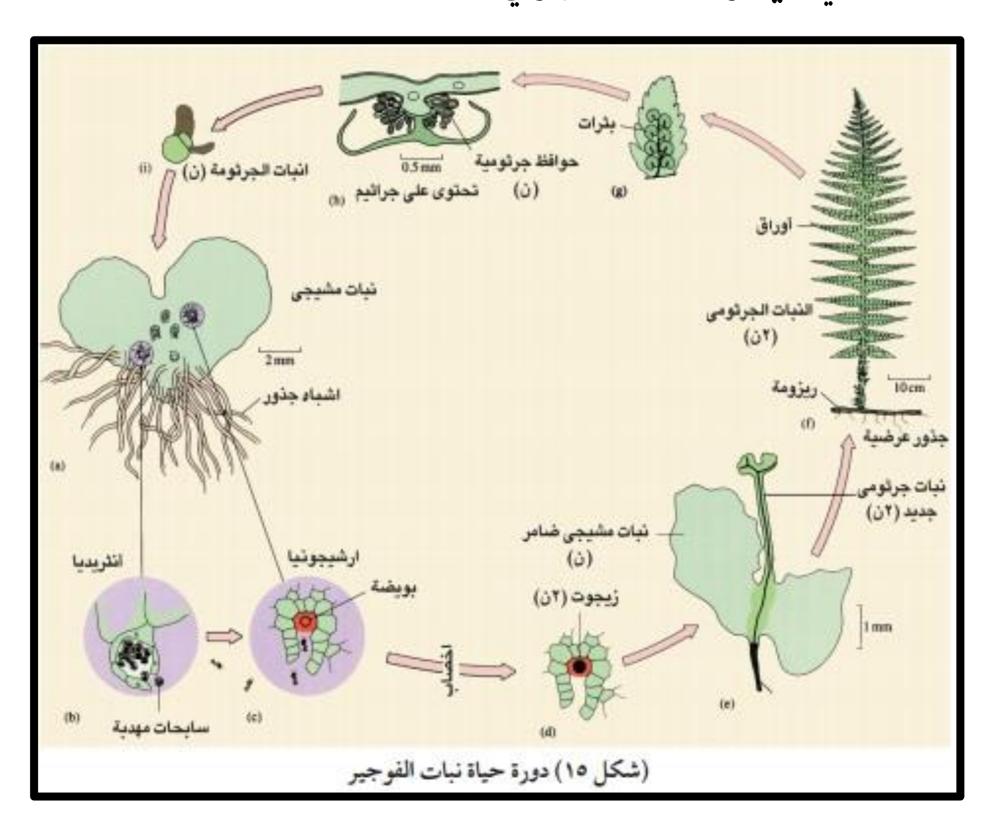
الوصف ←

جسم مفلطح على شكل قلبي فوق التربة الرطبة سطحه السفلي يوجد به:

- ✓ أشباه جذور: تنمو على مؤخرة السطح السفلي كزوائد تخترق التربة لامتصاص الماء والأملاح وتثبيت النبات فى التربة.
- ✓ زوائد تناسلية: تنمو على مقدمة السطح السفلي وهي نوعان:
  - الانثيريديا : وهى المناسل المذكرة التى تنتج السابحات المهدبة (الأمشاج المذكرة).
  - الارشيجونيا: وهى المناسل المؤنثة. التى تنتج البويضات (الأمشاج المؤنثة) .

دورة الحياة في الطور المشيجي

١. تتحرر الأمشاج الذكرية (السابحات المهدبة) بعد نضجها لتسبح فوق مياه التربة حتى تصل إلى الأرشيجونيا الناضجة وذلك لإخصاب البويضة بداخلها. ثم تتكون اللاقحة (٢ن) التي تنقسم ميتوزيا متميزة إلى نبات جرثومي جديد ينمو فوق النبات المشيجي.
٢. يعتمد النبات الجرثومي فترة قصيرة على النبات المشيجي حتى يكون لنفسه جذوراً وساقاً وأوراقاً.
٣. يتلاشى النبات المشيجي وينمو النبات الجرثومي ليعيد دورة الحياة.



(شكل ١٥) دورة حياة نبات الفوجير



الطور الجرثومي	الطور المشيجي
(١) يتكون من جذور عرضية وريزومة (ساق) وأوراق تحمل على سطحها السفلي بثرات بها حوافظ جرثومية تحتوي على العديد من الخلايا الجرثومية.	(١) جسم مفلطح قلبي الشكل يحمل على مؤخرة سطحه السفلي أشباه جذور وعلى مقدمة سطحه السفلي زوائد تناسلية.
(٢) مجموعة الصبغى ٢ن ← لأنه يتكون من أخصاب السابحة المهدبة (١ن) مع البويضة (١ن)	(٢) مجموعة الصبغى ١ن ← لأنه يتكون من انبات الجرثومة (١ن)
(٣) يتكاثر لاجنسياً بالجراثيم التي تتكون من الانقسام الميوزي للخلايا الجرثومية (٢ن) فى الحوافظ الجرثومية	(٣) يتكاثر جنسياً بالإمشاج الذكرية والأنثوية التي تتكون بالانقسام الميتوزي فى المناسل.

(١) الطور المشيجى (١ن) ينتج من تكاثر لا جنسي بالجراثيم لإنبات الجرثومة ١ن ... ويتكاثر جنسياً بالأمشاج.

(٢) الطور الجرثومى (٢ن) تنتج من تكاثر جنسي بالأمشاج...... يتكاثر لا جنسياً بالجراثيم.

(٣) الانثيريديا المناسل المذكرة (١ن)

السابحات المهدبة الامشاج المذكرة (١ن)

(٤) الارشيجوينا المناسل المؤنثة (١ن)

البويضات الأمشاج المؤنثة (١ن).

(٥) الحوافظ الجرثومية (٢ن).....والجراثيم (١ن).

(٦) نبات جرثومي (٢ن) ، نبات مشيجي (١ن) ، زيجوت (٢ن).

تابع طرق التكاثر في الكائنات الحيـة

ثالثا: التكاثر في النباتات الزهريـة

(١) النباتات الزهرية هي مجموعة من النباتات البذرية مغطاة البذور وذلك لأن بذورها تنشأ داخل غلاف ثمري.

(٢) لا تتضح ظاهرة تبادل الأجيال في النباتات الزهرية. علل ؟ !

لأنه لا يتعاقب فيها نوعي التكاثر الجنسي واللاجنسي ولكنها تتكاثر فى الغالب جنسياً فقط.

(٣) تتكاثر النباتات الزهرية بواسطة عضو متخصص يسمى (الزهرة)

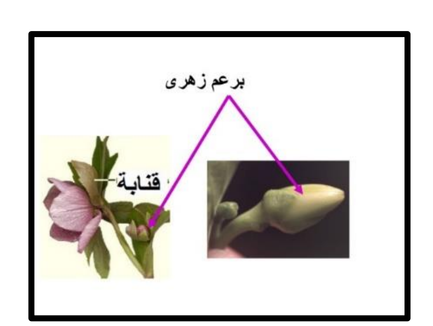
الزهرة: ساق قصيرة تحورت أوراقها لتكوين الأجزاء الزهرية المختلفة.

---

(٤) الزهرة قد تكون:

أ – ذات قناية. أو بدون قناية.

ب-معنقة أو جالسة.



القناية: هي ورقة تخرج من إبطها الزهرة وهي تختلف فى الشكل واللون من نبات لآخر (خضراء – حرشفية).

---

(٥) منشأ الأزهار:

أ – الأزهار الوحيدة:

١-طـرفية : مثـل زهـرة التيوليـب. والازهـار الطرفية تحد من نمو الساق.

٢-إبطيه : مثل زهرة البيتونيا.



البيتونيا2 رسم توضيحي

ب-الأزهار المتجمعة:

تنشـأ عـلى المحـور الزهـري في تنظيمـات متنوعـة تعـرف بـ (النـورات). مثـل (زهـرة الفول – زهرة المنثور).

النورة: هي تجمع الأزهار على المحور الزهري في تنظيمات متنوعة.



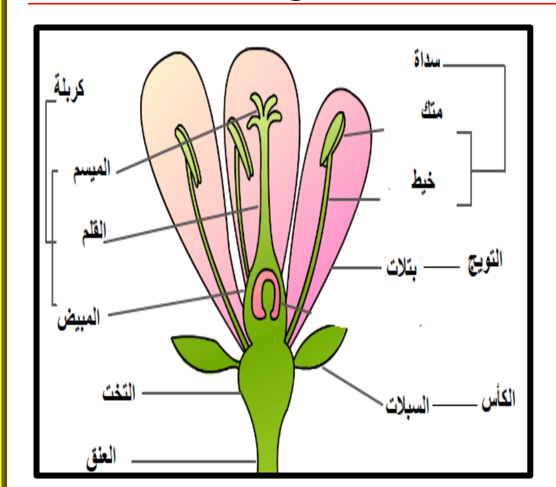
(٦) تركيب الزهرة:

تتركب الزهرة النموذجية الكاملة (الخنسى) مثل الفول والتفاح والبصل والبيتونيا والزنبق من أربعة محيطات زهرية تتبادل أوراق كل منها مع أوراق المحيط الذي يليه.

أ – الكأس :

(١) المحيط الخارجي للزهرة يتكون من أوراق خضراء تسمى السبلات.

(٢) الوظيفة: حماية أجزاء الزهرة الداخلية من عوامل الجفاف والأمطار والرياح.



ب-التويج :

(١) يلي الكأس للداخل ويتكون من صفاً واحد أو أكثر من أوراق ملونة تسمى البتلات.

(٢) الوظيفة: تساعد فى حماية الأجزاء الجنسية للزهرة، وجذب الحشرات لإتمام التلقيح.

جـ-الطلع :

(١) عضو التذكير

(٢) يتكون من أوراق متعددة تسمى الأسدية. كل منها مكون من :

* الخيط يحمل على قمته انتفاخ يسمى المتك.
* المتك يحتوي على أربعة أكياس من حبوب اللقاح.

(٢) الوظيفة: إنتاج حبوب اللقاح (الأمشاج المذكرة).

د- المتاع:

(١) عضو التأنيث

(٢) ويقع فى مركز الزهرة ويتكون من كربلة واحدة أو أكثر قد تلتحم أو تبقى منفصلة وكل منها عبارة عن:

- المبيض قاعدة منتفخة تحتوي على البويضات وقد يحتوي على غرفة واحدة أو أكثر.
- القلم عنق رفيع يعلو المبيض وينتهي بالميسم .
- الميسم قرص لزج تلتصق عليه حبوب اللقاح.

(٢) الوظيفة: إنتاج البويضات (الأمشاج المؤنثة).

لاحظ

يصعب تميز أوراق **الكأس** عن **التويج** فى أزهار معظم نباتات **الفلقة الواحدة** مثل **التيوليب** و**البصل** فيعرف حينئذ المحيطان الخارجيان باسم (**الغلاف الزهري**).

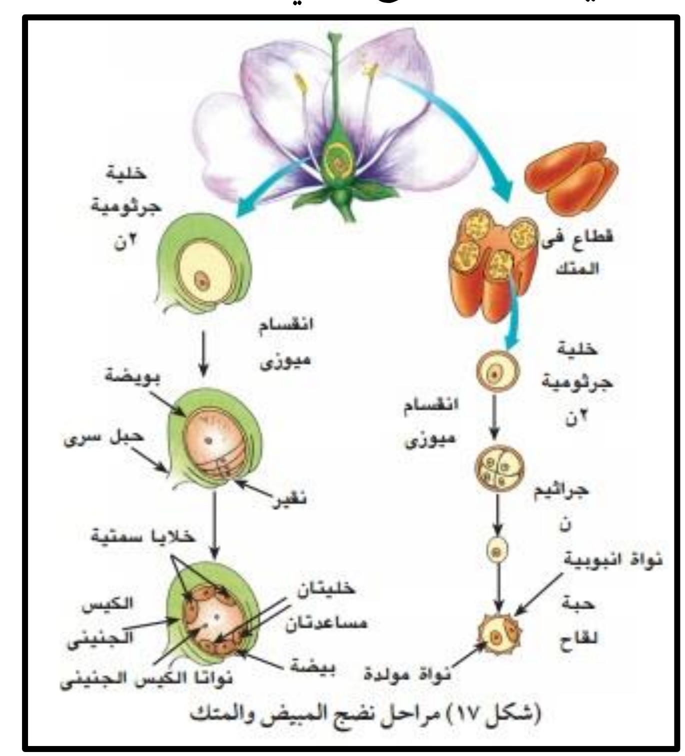
وظائف الزهرة

تقوم بوظائفها فى **التكاثر لاستمرار النوع** وهذا يتطلب الآتي:

١. تكوين حبوب اللقاح.
٢. تكوين البويضات.
٣. التلقيح والإخصاب.
٤. تكوين البذرة والثمرة.

أولاً: تكوين حبوب اللقاح

عند فحص قطاع عرضي فى متك ناضج لأحد الاسدية كبيرة الحجم كما فى **زهرة الزنبق**. نشاهد أن المتك يحتوي على **أربعة أكياس لحبوب اللقاح**. يتم فيها تكوين حبوب اللقاح كالتالي:



(شكل ١٧) مراحل نضج المبيض والمتك

١. أثناء نمو الزهرة تكون هذه الأكياس **قبل** أن تتكون حبوب اللقاح مليئة بخلايا **كبيرة الأنوية** تحتوي على عدد **زوجي** من الصبغيات (٢ن) تسمى (**الخلايا الجرثومية الأمية**).

٢- تنقسم كل خلية **جرثومية أمية (٢ن)** انقساماً **ميوزياً** لتكون **أربعة** خلايا بكل منها **نصف عدد الصبغيات (١ن)** وتسمى (**الجراثيم الصغيرة**).

٣- تنقسم **نواة الجرثومة الصغيرة** انقساماً **ميتوزياً** إلى **نواتين** تعرف أحداهما بـ (**النواة الأنبوبية**) والأخرى بـ (**النواة المولدة**). وبذلك **تتكون حبة اللقاح**.

٤- ثم **يتغلظ غلافها** مكوناً **جدار سميك** للحماية.

٥- ينضج المتك ويتحلل **الجدار الفاصل** بين كل كيسين متجاورين وتتفتح الأكياس وتصبح حبوب اللقاح جاهزة للانتشار.



ثانياً: تكوين البويضات

- أثناء تكوين حبوب اللقاح فى المتك تحدث تغيرات مناظرة فى المبيض كما يلي:

(١) تظهر البويضة كانتفاخ بسيط على الجدار الداخلي للمبيض وهي تحتوي على خلية جرثومية أمية كبيرة (٢ن).

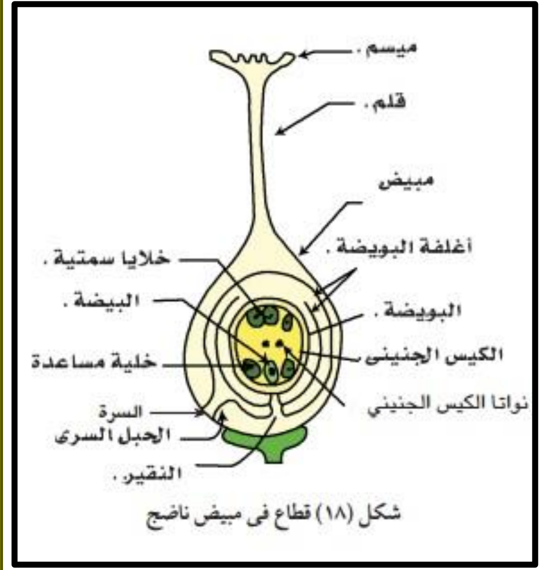
(٢) مع نمو البويضة يتكون بها عنق أو حبل سري (يصلها بجدار المبيض وتصل إليها من خلاله المواد الغذائية).

(٣) يتكون حولها غلافان يحيطان بها تماماً فيما عدا ثقب صغير يسمى (النقير) يتم من خلاله إخصاب البويضة.



(٤) تنقسم الخلية الجرثومية الأمية (٢ن) داخل البويضة انقساماً ميوزياً لتعطي صفاً من أربعة خلايا بكل منها عدد فردي من الصبغات (ن).

(٥) تتحلل ثلاثة من هذه الخلايا وتبقى واحدة تنمو بسرعة مكونة الكيس الجنيني الذي يحيط به نسيج غذائي يسمى (النيوسيلة ٢ن).

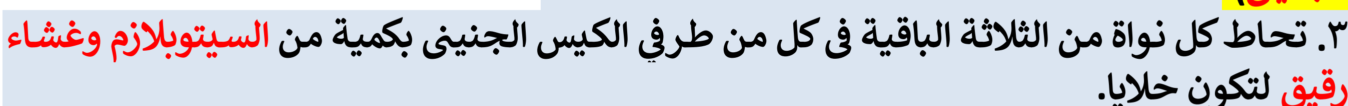


شكل (١٨) قطاع فى مبيض ناضج

(٦) يحدث داخل الكيس الجنيني عدة مراحل كما يلى:

١. تنقسم النواة انقساماً ميتوزياً ثلاث مرات لتنتج ٨ أنوية تهاجر كل ٤ منها إلى أحد طرفي الكيس الجنيني.

٢. تنتقل واحدة من كل أربع أنوية إلى وسط الكيس الجنيني. ويعرفان بالنواتين القطبيتين (نواتا الكيس الجنيني).



٣. تحاط كل نواة من الثلاثة الباقية فى كل من طرفي الكيس الجنينى بكمية من السيتوبلازم وغشاء رقيق لتكون خلايا.

٤. تنمو الخلية الوسطية من الثلاث خلايا الطرفية القريبة من النقير لتصبح (البيضة). وتعرف الخليتان الموجودتان على جانبيها بـ (الخليتين المساعدتين) أما الثلاث خلايا البعيدة عن النقير تسمى بـ (الخلايا السمتية).

(٧) تصبح البيضة حينئذ جاهزة للإخصاب.

ثالثاً: التلقيح والإخصاب

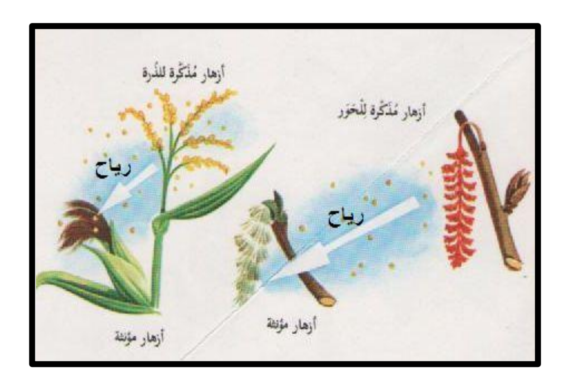
عملية التلقيح في النباتات الزهرية:

التعريف: عملية انتقال حبوب اللقاح من متك الزهرة إلى مياسم أزهار من نفس النوع.

أنواع التلقيح:

(أ) تلقيح ذاتي:

تنتقل فيه حبوب اللقاح من متك زهرة إلى ميسم نفس الزهرة أو إلى ميسم زهرة أخرى على نفس النبات.



(ب) تلقيح خلطي:

تنتقل فيه حبوب اللقاح من متك زهرة على نبات إلى ميسم زهرة على نبات آخر من نفس النوع.

***العوامل اللازمة لإتمام التلقيح الخلطي:**

١-توفر الأزهار وحيدة الجنس.

٢-نضج أحد شقي الأعضاء الجنسية قبل الآخر.
٣-يكون مستوى المتك منخفض عن مستوى الميسم.
} في الأزهار الخنثى

وسائل نقل حبوب اللقاح في التلقيح الخلطي:

١-الهواء.	٢-الحشرات.
٣-الماء.	٤-الإنسان.

أهمية عملية التلقيح والإخصاب

١-توفر للزهرة الخلايا الذكرية اللازمة لعملية الإخصاب في البويضة التي تكون البذرة.

٢-تحفز نشاط الأوكسينات اللازمة لنمو المبيض إلى ثمرة ناضجة حتى لو لم يتم الإخصاب.

عملية الإخصاب في النباتات الزهرية

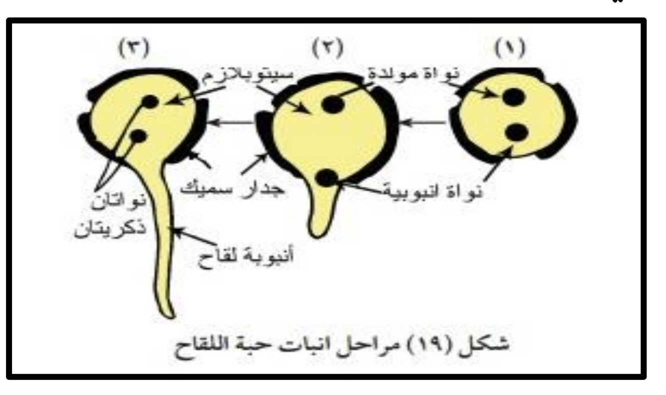
* تشمل عملية الإخصاب عمليان هامتان هما:

١ – الخطوة الأولى: (إنبات حبة اللقاح).

- عندما تسقط حبة اللقاح على الميسم تبدأ في الإنبات حيث:

١. تقوم النواة الأنبوبية بتكوين أنبوبة اللقاح تخترق الميسم والقلم حتى تصل إلى النقير في المبيض.

٢. تتحلل النواة الأنبوبية بينما تنقسم النواة المولدة انقساماً ميتوزياً مكونة نواتين ذكريتين.



شكل (١٩) مراحل انبات حبة اللقاح

٢- الخطوة الثانية: (الإخصاب المزدوج) :



ويتم على خطوتين وهما

أ – **إخصاب البيضة**

وهذا يتم كالتالي:

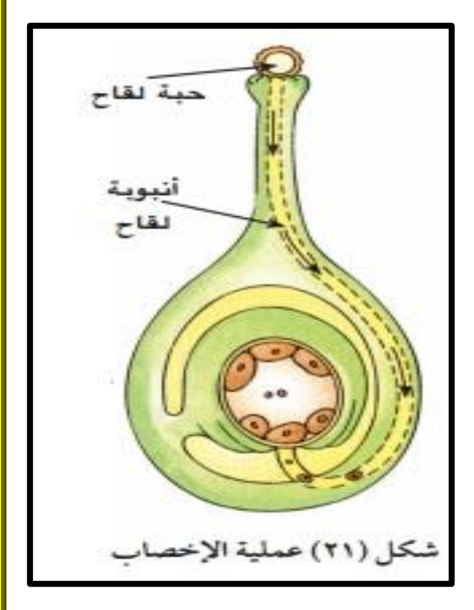
١. تنتقل **النواة الذكرية الأولى (ن)** من حبة اللقاح إلى البويضة من خلال أنبوبة اللقاح.
٢. تندمج هذه النواة (١ن) مع **نواة البيضة (١ن)** فيتكون **الزيجوت (٢ن)**.
٣. ينقسم الزيجوت **ميتوزياً** مكوناً **الجنين (٢ن)**.

نواة ذكرية + نواة البيضة —إخصاب→ نواة زيجوت ← جنين.
(ن) (ن) (٢ن) (٢ن)

ب – **الاندماج الثلاثي:**

يتم كالتالي:

- تنتقل **النواة الذكرية الثانية (١ن)** إلى البويضة.
- تندمج هذه النواة مع **النواة الناتجة من اندماج نواتا الكيس الجنين** (بكل منهما ١ن فيكون المجموع ٢ن) لتكون نواة **الاندوسبرم (٣ن)**.
- تنقسم نواة الاندوسبرم لتعطي **نسيج الاندوسبرم** لتغذية الجنين فى مراحل نموه الأولى ويبقى هذا النسيج خارج الجنين. فيشغل بذلك جزء من البذرة أو قد يتلاشى.



شكل (٢١) عملية الإخصاب

الاندماج الثلاثي: عملية اندماج أحد النواتين الذكريتين (١ن) لحبة اللقاح مع النواة الناتجة من اندماج نواتا الكيس الجنيني (٢ن) لتكون نواة الاندوسبرم (٣ن).

نواة ذكرية (ن) + نواتا الكيس الجنيني (ن + ن) —اندماج ثلاثي→ نواة الاندوسبرم (٣ن)

الإخصاب المزدوج: اندماج إحدى النواتين الذكريتين (ن) من حبة اللقاح مع نواة البيضة (ن) لتكوين الزيجوت (٢ن) ثم الجنين (٢ن) واندماج النواة الذكرية الأخرى (ن) مع النواة الناتجة من اندماج نواتا الكيس الجنيني (٢ن) لتكوين الاندوسبرم (٣ن).

رابعاً: تكوين البذرة والثمرة

(١) تكوين البذرة:

* بعد حدوث الاخصاب يتم ما يلي:



- تتحلل الخلايا المساعدة والخلايا السمتية. ويبقى ثقب النقير ليدخل منه الماء إلى البذرة عند الانبات.
- يصبح غلاف البويضة غلاف للبذرة.
- يتم التمييز بين البذور من حيث احتفاظها بالاندوسبرم إلى بذور أندوسبرمية وبذور لا أندوسبرمية.

البذور الأندوسبرمية (الحبوب)	البذور اللا إندوسبرمية (البذور)
(١) يحتفظ الجنين فيها بالاندوسبرم فيظل موجود	(١) يتغذى الجنين على الأندوسبرم أثناء تكوينه مما يضطر النبات إلى تخزين غذاء آخر للجنين في فلقتين.
(٢) تلتحم أغلفة المبيض مع أغلفة البويضة لتكوين ثمرة بها بذرة واحدة وتعرف حينئذ بـ(الحبة).	(٢) تتصلب الأغلفة البيضية لتكوين القصرة وتعرف حينئذ ب (البذرة). ويصبح جدار المبيض غلاف للثمرة.
(٣) أمثلة: بذور ذات الفلقة الواحدة (القمح – الذرة).	(٣) أمثلة: بذور ذات الفلقتين (الفول – البسلة)

(٢) تكوين الثمرة:

بعد حدوث الإخصاب يتم ما يلي :

١- يذبل الكأس والتويج والطلع والقلم والميسم ولا يبقى من الزهرة إلا (مبيضها).

٢- يختزن المبيض الغذاء فيكبر في الحجم وينضج متحولاً إلى ثمرة بفعل الهرمونات التي يفرزها المبيض.

٣- يصبح جدار المبيض غلافاً للثمرة وجدار البويضة غلاف للبذرة.

٤- تتحلل الخليتان المساعدتان والخلايا السمتية.

٥- يبقى النقير ليدخل منه الماء إلى البذرة عند الإنبات.

٦- يؤدي نضج الثمار والبذور إلى تعطيل النمو الخضري للنبات وأحياناً لموته خاصة في النباتات الحولية: وذلك بسبب استهلاك المواد الغذائية المختزنة وتثبيط الهرمونات.

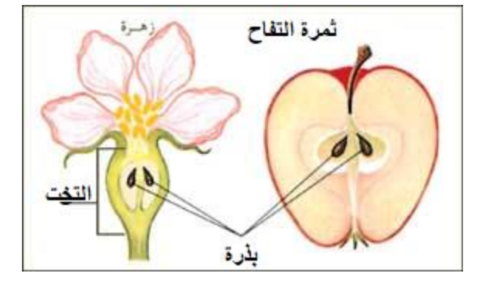
٧- إذا لم يتم التلقيح والإخصاب تذبل الزهرة وتموت وتسقط دون تكوين ثمرة.

٨- هناك بعض الثمار التي تحتفظ بأجزاء من الزهرة مثل:

أ – ثمرة الرُمان ← أوراق الكأس والأسدية.

ب- ثمرة الباذنجان والبلح ← أوراق الكأس.

ج- ثمرة القرع ← أوراق التويج.



الثمرة الكاذبة: هي الثمرة التي يتشحم فيها أي جزء غير مبيضها بالغذاء مثل ثمرة التفاح التي يتشحم فيها التخت و هو ما يؤكل.



الإثمار العذري

التعريف: إنتاج ثمار بدون بذور لأنها تتكون بدون عملية الإخصاب وهو لا يعتبر تكاثراً.

- **أنواع الإثمار العذري:**

(١) طبيعي ← كما فى الموز والأناناس.

(٢) صناعي ← يتم بإحدى الطرق الاتية:

١-رش المياسم بخلاصة حبوب اللقاح (حبوب لقاح مطحونة فى الأثير الكحولي).

٢-استخدام اندول أو نافثول حمض الخليك.

واهمية هذه المواد انها تنبه المبيض لتكوين الثمرة

1. **اذا حدث التلقيح فقط يتم انتاج ثمرة عن طريق تنشيط الاوكسينات التي تنشط المبيض لتكوين ثمرة**
2. **اذا حدث تلقيح واخصاب يتم تكوين البذرة والثمرة**
3. **ثقب النقير قبل الاخصاب يعمل على تسهيل دخول الانوية الذكرية الى الكيس الجنيني في البويضة لاتمام الاخصاب**
4. **ثقب النقبر بعد الاخصاب يعمل على دخول الماء الى البذرة**
5. **اذا تصلبت الاغلفة البيضية تتكون قصرة البذرة ذات الفقتين**
6. **اذا التحمت اغلفة المبيض مع اغلفة البويضة ينتج حبة ذات فلقة واحدة**
7. **بعد الاخصاب يصبح غلاف المبيض غلاف للثمرة**
8. **بعد الاخصاب يصبح جدار البويضة غلاف للبذرة**

تابع طرق التكاثر في الكائنات الحيـة

رابعا: التكاثر في الانسان

- ينتمي الإنسان إلى طائفة الثدييات وهي تتميز بحمل الجنين حتى الولادة. لذلك.

(١) بويضاتها تكون صغيرة وشحيحة المح... وذلك لأن الجنين فى الثدييات يتم حمله داخل رحم الأم حتى الولادة وبالتالي لا يعتمد في تغذيته على مح البويضة أثناء نموه ولكنه يعتمد على الأم من خلال المشيمة.

(٢) إنتاجها للصغار يكون محدود نظراً لما تلقاه من رعاية الأبوين حيث تصل هذه الرعاية أقصاها في الإنسان إلى سنوات طوال من التربية نظراً لتقدم عقله وتميز هيئته.

أولاً: الجهاز التناسلي الذكري

(١) الأهمية / الوظيفة :

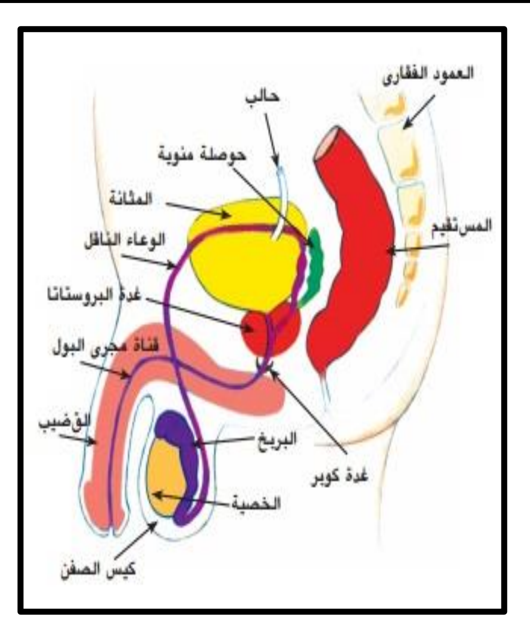
اهمية الجهاز التناسلي الذكرى:

أ-إنتاج الحيوانات المنوية.

ت- إنتاج هرمونات الذكورة (التستوستيرون) التي تسبب ظهور الصفات الذكرية الثانوية مثل: خشونة الصوت – قوة العضلات – نمو شعر الوجه.

(٢) التركيب:

(أ) الخصيتان:



١. أثناء المرحلة الجنينية للذكر تكون الخصيتان داخل تجويف البطن للجنين حتى قبل الأشهر الأخيرة للحمل.

٢. في خلال الأشهر الأخيرة للحمل تنتقل الخصيتان من تجويف بطن الجنين إلى خارجه وتحاط بكيس الصفن الذي يتدلى خارج تجويف البطن ← وذلك للحفاظ على درجة حرارة الخصيتان منخفضة عن درجة حرارة الجسم بما يناسب تكوين الحيوانات المنوية فيها.

٣. إذا تعطل خروج الخصيتين من تجويف البطن ← يتوقف إنتاج الحيوانات المنوية مما يسبب العقم نتيجة ارتفاع درجة حرارة الخصية حيث أن الحيوانات المنوية تحتاج الى أن تكون درجة حرارة الخصية منخفضة عن درجة حرارة الجسم.

٤. **الوظيفة:**

١) إنتاج الحيوانات المنوية.



٢) إفراز هرمون التستوستيرون الذي يعمل على ظهور الصفات الذكرية الثانوية عند البلوغ ونمو غدة البروستاتا والحويصلات المنوية.

(ب) قنوات التوصيل :

[١] البربخان:

١- بربخ لكل خصية.
٢- هو عبارة عن قناة تخرج من قاعدة الخصية وتلتف حول نفسها. ويقوم بنقل الحيوانات المنوية من الخصية إلى الوعاء الناقل.

[٢] الوعاءان الناقلان:

كل وعاء عبارة عن قناة تقوم بنقل الحيوانات المنوية من البربخ إلى الحوصلة المنوية ثم إلى قناة مجرى البول.

(ج) غدد ملحقة :

١- الحوصلتان المنويتان:

تقوم بإفراز سائل قلوي يحتوي على سكر فركتوز لتغذية الحيوانات المنوية خارج الخصية.

٢- غدة البروستاتا وغدتا كوبر:

تقوم بإفراز سائل قلوي يمر في قناة مجرى البول قبل مرور الحيوانات المنوية مباشرة فيعادل وسطها الحمضي (الناتج عن البول) ليصبح مناسب لمرور الحيوانات المنوية.

(د) القضيب :

عضو يتكون من نسيج اسفنجي (ليفي) تمر فيه قناة مجرى البول وهي قناة تمر في القضيب وينتقل من خلالها سائلين هما السائل المنوي والبول كل على حدة.

السائل المنوى ← الحيوانات المنوية وسائل قلوي غني بالفركتوز من الحوصلة المنوية وسائل قلوي من غدة البروستاتا وغدتا كوبر.

- التركيب المجهري للخصية:

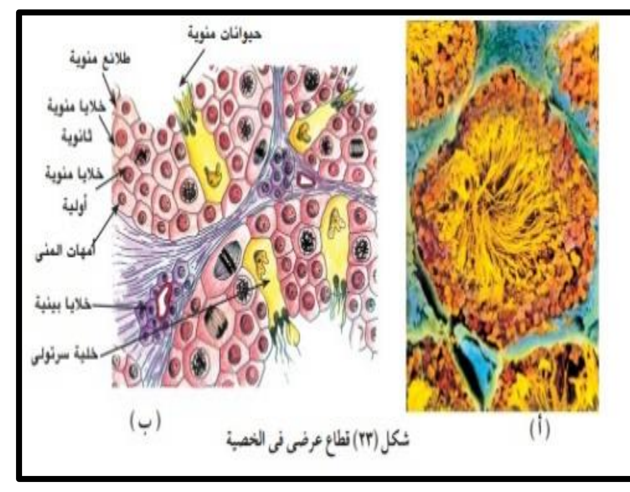
من خلال دراسة قطاع عرضي في الخصية يتضح أنها تتكون من:

١- أنيبيبات منوية :

توجد بعدد كبير وكل أنيبيبة يوجد بداخلها: -

a. خلايا سرتولي:

(١) تفرز سائل يعمل على تغذية الحيوانات المنوية داخل الخصية.
(٢) يعتقد أن لها وظيفة مناعية.



شكل (٢٣) قطاع عرضي في الخصية

b. خلايا جرثومية أمية (٢ن):

(١) هي الخلايا التي تبطن كل الأنيبيات المنوية من الداخل.

(٢) تنقسم عدة انقسامات لتكون في النهاية الحيوانات المنوية.



٢- خلايا بينية

هي الخلايا التي توجد بين الأنيبيات المنوية.

تقوم بإفراز هرمون التستوستيرون الذي يسبب ظهور الصفات الذكرية الثانوية عند البلوغ.



(١) ماذا يحدث إذا .... احتوت الأنيبيات المنوية على خلايا سرتولي فقط ؟!

يؤدي للعقم نتيجة عدم تكوين الحيوانات المنوية بسبب غياب الخلايا الجرثومية الأمية (٢ن). بالرغم من ذلك تظهر على الإنسان علامات الذكورة نظراً لوجود الخلايا البينية.

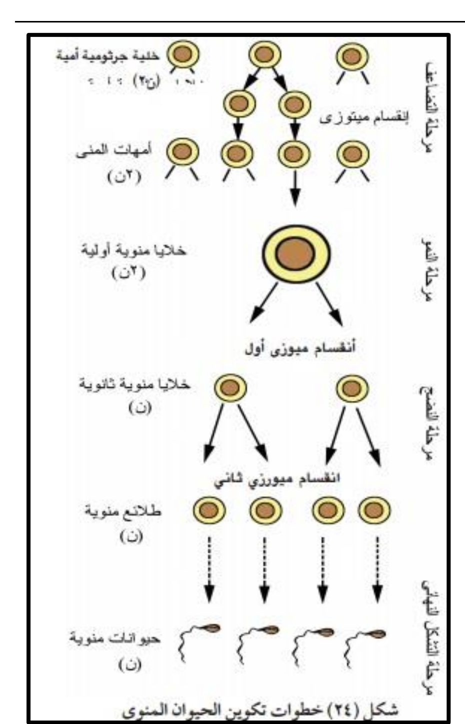
(٢) ماذا يحدث عند غياب الخلايا البينية من الخصية ؟!

(١) العقم نتيجة نقص هرمون التستوستيرون لأنه مسئول عن نمو وتكوين الحوصلة المنوية وغدة البروستاتا.

(٢) غياب الصفات الذكرية الثانوية.

> يتم تغذية الحيوان المنوي بوسيلتين احداهما خلايا سرتولي داخل الخصية والأخرى الحوصلتان المنويتان خارج الخصية

- مراحل تكوين الحيوانات المنوية



شكل (٢٤) خطوات تكوين الحيوان المنوي

- تمر بأربعة مراحل كالتالي:

(١) مرحلة التضاعف (المرحلة الاولي):

يحدث فيها انقسام ميتوزي عدة مرات للخلايا الجرثومية الأمية (٢ن) التي تبطن جدر الانيبات المنوية وينتج عدد كبير من الخلايا تسمى أمهات المني (٢ن).

(٢) مرحل النمو (المرحلة الثانية):

تختزن أمهات المني قدراً من الغذاء فتتحول إلى خلايا منوية أولية (٢ن) (لا يحدث انقسام في هذه المرحلة).

الخلايا المنوية الأولية تكون اكبر الخلايا حجما في مراحل تكون الحيوان المنوي



(٣) مرحلة النضج (المرحلة الثالثة):

- يحدث انقسام ميوزي أول للخلايا المنوية الأولية (٢ن) فتعطي خلايا منوية ثانوية (ن) أي يحدث اختزال في عدد الصبغيات إلى النصف.
- يحدث انقسام ميوزي ثاني للخلايا المنوية الثانوية (ن) فيعطي طلائع منوية (ن).

(٤) مرحلة التشكل النهائي (المرحلة الرابعة):

تتحول الطلائع المنوية (ن) إلى الحيوانات المنوية (ن). (تحدث هذه المرحلة دون انقسام)

١- مرحلة التضاعف يحدث بها انقسام ميتوزي – مرحلة النمو لا يحدث بها انقسام – مرحلة النضج يحدث بها انقسام ميوزي اول وثاني – مرحلة التشكل النهائي لا يحدث بها انقسام
٢- الخلية الجرثومية الامية تعطي ٨ حيوانات منوية
٣- الخلية أمهات المني تعطي ٤ حيوانات منوية
٤- الخلية المنوية الأولية تعطي ٤ حيوانات منوية
٥- الخلية المنوية الثانوية تعطي ٢ حيوان منوي

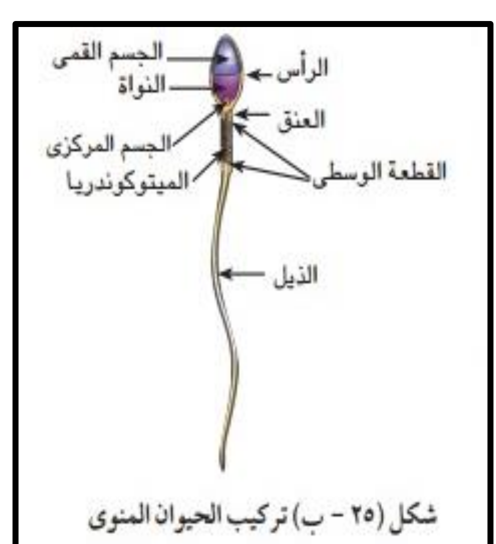
تركيب الحيوان المنوي

(١) الرأس:

يحتوي على:

أ – نواة: بها المادة الوراثية (ن) أي بها ٢٣ كروموسوم.

ب-جسم قمي : يوجد في مقدمة الرأس ويقوم بإفراز (إنزيم الهيالويورينيز) الذي يعمل على إذابة جزء من غلاف البويضة (حمض الهيالويورينيك) مما يسهل عملية الاختراق (أي إخصاب البويضة بالحيوان المنوي).



شكل (٢٥ – ب) تركيب الحيوان المنوى

(٢) العنق:

يحتوي على (سنتريولان / الجسم المركزي) يلعبان دوراً هاماً في انقسام البويضة المخصبة.

(٣) القطعة الوسطى:

تحتوي على ميتوكوندريا التي تكسب الحيوان المنوي الطاقة اللازمة لحركته.

(٤) الذيل:

يتكون من محور وينتهي بقطعة ذيليه يساعد على حركة الحيوان المنوي.

١- بعد الاخصاب لا يدخل من الحيوان المنوي داخل البويضة الا الراس لانها تحتوي على النواة التي تنقل المادة الوراثية من الاب الى المادة الوراثية الموجودة في نواة بويضة الام كما يدخل أيضا الى البويضة العنق لانه يحتوي على الجسم المركزي / السنتريولان الذي يعمل على انقسام البويضة المخصبة
٢- اذا دخل الراس ولم يدخل العنق داخل البويضة فانه ينتج الزيجوت نتيجة الاخصاب ولكن يظل كما هو زيجوت ٢ن أي لن ينقسم لتكوين التوتية ثم الجنين سيظل خليتين خلية واحدة ثنائية الصبغيات المعروفة باسم اللاقحة او الزيجوت
٣- يبدأ عمل انزيم الهيالويورينيز من الجسم القمي في بداية قناة فالوب (الثلث الأول) حيث توجد البويضة

ثانياً: الجهاز التناسلي الأنثوي

(١) الموقع:

تتجمع أعضاء الجهاز التناسلي الأنثوي فى منطقة الحوض خلف المثانة مثبتة بأربطة مرنة ← حتى تسمح لها بالتمدد أثناء حمل الجنين.

(٢) الوظيفة:

١-إنتاج البويضات. ٢-إنتاج هرمونات الأنوثة.
٣-تهيئة مكان آمن لإتمام عملية الإخصاب للبويضة.
٤-إيواء الجنين حتى الولادة.

(منظر أمامي) (منظر جانبي)
(شكل ٣٦) الجهاز التناسلي الأنثوي

التركيب:

(أ) المبيضان:

١. يوجدان على جانبي تجويف الحوض.
٢. يأخذ المبيض شكل بيضاوي فى حجم اللوزة المقشورة.
٣. أثناء الطفولة يحتوي على عدة آلاف من البويضات فى مراحل نمو مختلفة تنضج منها حوالي ٤٠٠ بويضة فقط بعد البلوغ خلال سنوات الخصوبة والإنجاب التي تستمر ٣٠ سنة وذلك بمعدل بويضة واحدة من أحد المبيضين بالتبادل مع الآخر شهرياً.

الأهمية / الوظيفة:

أ – إنتاج البويضات.
ب-إفراز هرمونات البلوغ وهرمونات تنظيم دورة الطمث وتكوين الجنين.



(ب) قناتي فالوب:

ملاءمتها لوظيفتها:

١- تفتح كل قناة بواسطة قمع يقع مباشرة أمام المبيض لالتقاط البويضات فور تحررها من المبيض ثم ادخالها فى قناة فالوب حيث يحتوي على زوائد أصبعية تعمل على التقاط البويضة.

٢- تبطن كل قناة بأهداب تعمل على توجيه البويضات المخصبة فقط نحو الرحم.

(البويضة غير المخصبة لا يتم توجيهها الى الرحم بل تظل في بداية قناة فالوب (الثلث الأول لمدة يومين فان لم تخصب فانها تتحلل)

(ج) الرحم:

١- هو عبارة عن كيس عضلي مرن يوجد بين عظام الحوض ومزود بجدار عضلي سميك قوي.

٢- له عنق يفتح في المهبل.

٣- يتم بداخله تكوين الجنين وذلك لمدة ٩ أشهر.

٤- يبطن بغشاء غدي.

(د) المهبل:

١- قناة عضلية يصل طولها حوالي ٧ سم تبدأ من عنق الرحم وتنتهي بالفتحة التناسلية.

٢- يبطن بغشاء يفرز سائل مخاطي يعمل على ترطيب المهبل.

٣- يحوي المهبل ثنيات تسمح بتمدده خاصة أثناء خروج الجنين.

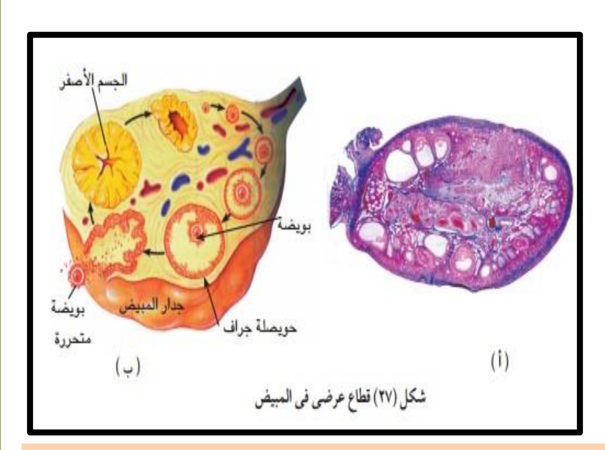
(هـ) التغيرات التي تطرأ على الجهاز التناسلي الأنثوي:

١- عندما تصل الفتاة لسن البلوغ (١٢-١٥ سنة) تتغير حالة جهازها التناسلي بصفة دورية بعد البلوغ تبعاً لنشاط كل من المبيض والرحم وما يرتبط بهما من إخصاب وحمل أو عدم حدوث حمل فينزل النزيف الشهري المعروف بالطمث.

٢- عند عمر (٤٥-٥٠ سنة) يسمى سن اليأس: وذلك لأن عند هذا العمر يتوقف نشاط المبيض ويتوقف عن إنتاج البويضات فى أنثى الإنسان فتقل الهرمونات وتنكمش بطانة الرحم.

(و) التركيب المجهري للمبيض

عند دراسة قطاع عرضي فى المبيض نجد الآتي:



شكل (٢٧) قطاع عرضى فى المبيض

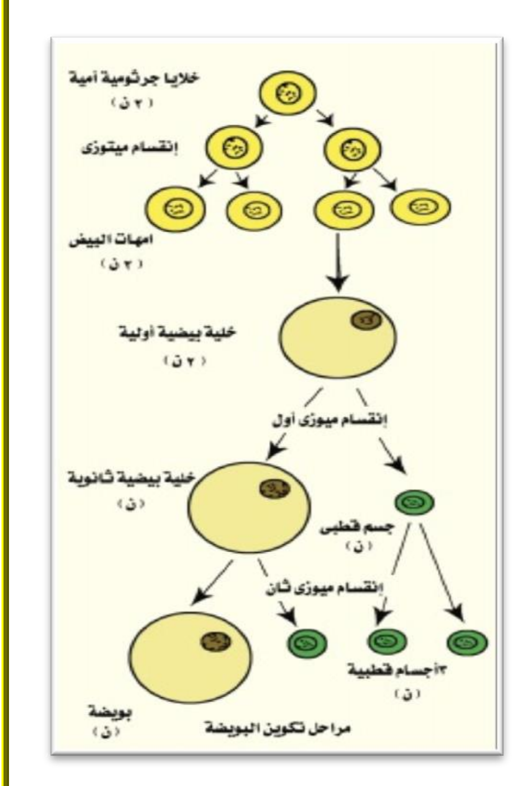
١- المبيض يحتوي على مجموعة من الخلايا فى مراحل نمو مختلفة.

٢- البويضة تكون داخل حويصلة جراف حيث تم نمو ونضج البويضة داخل الحويصلة لمدة ١٠ أيام تحت تأثير هرمون FSH

٣- بقايا حويصلة جراف تتحول إلى جسم أصفر بعد انفجارها بتأثير هرمون LH ثم تحرر البويضة منها ويظل الجسم الأصفر في المبيض لمدة ١٤ يوم في حالة عدم حدوث حمل اما اذا حدث الحمل يظل الجسم الأصفر مدة قدرها ٣ اشهر

(ز) مراحل تكوين البويضة:

- ثلاث مراحل:



(١) مرحلة التضاعف (المرحلة الاولي):

تتم أثناء التكوين الجنيني للأنثى (داخل رحم الام)حيث:

- يحدث انقسام ميتوزي للخلايا الجرثومية الأمية (٢ن)
- ينتج عن هذا الانقسام تكوين خلايا تسمى أمهات البيض (٢ن).

(٢) مرحلة النمو(٠المرحلة الثانية):

تتم أثناء التكوين الجنيني للأنثى (في رحم الام) حيث:

- تختزن أمهات البيض (٢ن) قدراً من الغذاء فتكبر فى الحجم وتتحول إلى خلايا بيضية أولية (٢ن) دون انقسام

(الخلايا البيضية الأولية هي الأكبر حجم في مراحل تكون البويضات)

(٣)مرحلة النضج:

تتم بعد البلوغ حيث:

١-تنقسم الخلية البيضية الأولية (٢ن) انقساما ميوزى اول فتعطى:

أ – خلية بيضية ثانوية (ن). ب-جسم قطبي (ن).

تكون الخلية البيضية الثانوية أكبر حجماً من الجسم القطبي لاحتوائها على الغذاء المدخر (سيتوبلازم الخلية البيضية الأولية).

الجسم القطبي يكون ضامرا ويعمل على اختزال عدد الصبغيات

٢ – يحدث انقسام ميوزي ثاني للخلية البيضية الثانوية (ن) لحظة دخول الحيوان المنوي داخل البويضة (يسمي بالانقسام المؤجل) لإتمام عملية الإخصاب فتعطي:

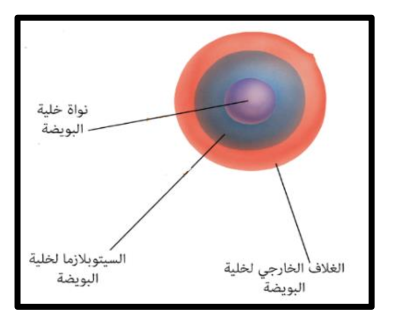
أ – بويضة (ن). ب-جسم قطبي (ن).

٣ – قد يحدث انقسام ميوزي ثاني للجسم القطبي (ن) فيعطي: جسمان قطبيان (ن) وبذلك يكون مجموع الأجسام القطبية ثلاثة. حيث فى مرحلة النضج يحدث اختزال لعدد الصبغيات.

ينتهي الانقسام الميوزي الأول قرب عملية التبويض (مراحل الطمث) نستنتج من ذلك أن حويصله جراف الناضجة دائماً تحتوي على خلية بيضية ثانوية لم يستكمل انقسامها الميوزي الثاني أي أن البويضة المتحررة من حويصله جراف تكون عبارة عن خلية بيضية ثانوية.

يتم الانقسام الميوزي الثاني لحظة دخول الحيوان المنوي داخل البويضة لإتمام عملية الإخصاب. (يسمي بالانقسام المؤجل) نستنتج من ذلك أنه إذا لم يتم إخصاب البويضة فلن يستكمل الانقسام الميوزي الثاني وتتحلل البويضة على شكل خلية بيضية ثانوية وليس بويضة

(ص) تركيب البويضة:



(١) تحتوي على سيتوبلازم ونواة.

(٢) تغلف بطبقة رقيقة متماسكة بفعل (حمض الهيالويورنيك)

لذلك تحتاج عملية اختراق البويضة لملايين من الحيوانات المنوية حيث تعمل إنزيمات الجسم القمي للحيوان المنوي (إنزيم الهيالويورينيز) على إذابة غلاف البويضة عند موضع الاختراق. وذلك في بداية قناة فالوب (الثلث الأول من قناة فالوب)

هام جدا

الخلايا التالية تحتوي على نصف عدد جزيئات DNA (١ن)

١- فى الإنسان ← الخلايا المنوية الثانوية – الطلائع المنوية – الحيوانات المنوية – البويضة – الخلايا البيضية الثانوية – الجسم القطبي

٢ – فى النبات ← حبة اللقاح – النواة الأنبوبية – النواة المولدة – البيضة – الخلايا المساعدة – الخلايا السمتية.

دورة التزاوج

١ – **التعريف :**

هي فترات معينة فى حياة الثدييات المشيمية ينشط فيها المبيض فى الأنثى البالغة بصفة دورية منتظمة تتزامن هذه الفترات مع وظيفة التزاوج والإنجاب.

٢- تختلف الدورة فى الثدييات كالتالي:

(١) سنوية ← الأسد والنمر.

(٢) نصف سنوية ← القطط والكلاب.

(٣) شهرية ← الأرانب والفئران.

(٤) ٢٨ يوم ← الإنسان (الدورة الشهرية) أو (دورة الطمث)

حيث يتبادلان المبيضان فيها إنتاج البويضات . المبيض الواحد ينتج بويضة كل (٥٦ يوم).

دورة الطمث (الحيض)

عبارة عن ثلاث مراحل:

(١) مرحلة نضج البويضة (١٠ أيام).

١) يفرز الفص الأمامي للغدة النخامية هرمون التحوصل FSH الذي يحفز المبيض على إنضاج حويصلة جراف المحتوية على البويضة.

٢) يستغرق نمو حويصله جراف حوالي عشرة أيام. (من يوم ٤ الى يوم ١٤ من بدء الطمث)

٣) تفرز حويصله جراف أثناء نموها هرمون الاستروجين الذي يعمل على إنماء بطانة الرحم.

(٢) مرحلة التبويض (١٤ يوم):

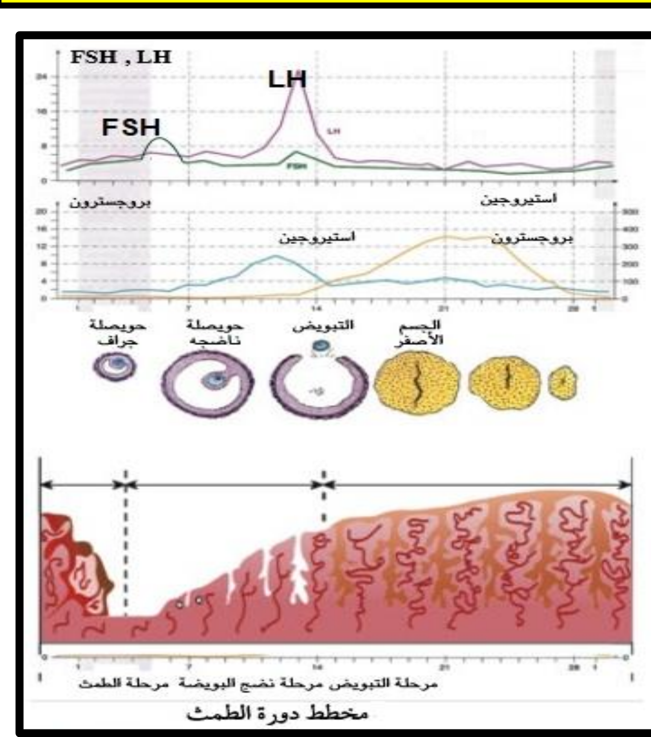
١) تبدأ عندما يفرز الفص الأمامي للغدة النخامية الهرمون المصفر LH فى اليوم الرابع عشر من بدء الطمث الذي يسبب انفجار حويصلة جراف وتحرر البويضة (التبويض).

٢) يتكون الجسم الأصفر من بقايا حويصلة جراف.

٣) يفرز الجسم الأصفر هرمون البروجسترون الذي يعمل على زيادة سمك بطانة الرحم وزيادة الإمداد الدموي بها لإعداد الرحم لاستقبال الجنين.

٤) يستمر هذا الطور حوالي ١٤ يوم. (من يوم ١٤ الى يوم ٢٨ من تحرر البويضة)

(٣) مرحلة الطمث (٣ -٥ يوم):



- تتميز مظاهر هذه المرحلة تبعاً لحدوث إخصاب من عدمه كالتالي:

(أ) حالة عدم حدوث إخصاب للبويضة:

يبدأ الجسم الأصفر في الضمور التدريجي فيقل إفراز هرمون البروجسترون مما يؤدي إلى:

١- تهدم بطانة الرحم وتمزق الشعيرات الدموية بسبب انقباضات الرحم.

٢- خروج الدم الذي يعرف بـ (الطمث) مستغرقاً (٣: ٥) أيام بعدها تبدأ دورة جديدة للمبيض الآخر.

(ب) حالة حدوث إخصاب للبويضة:

١- يبقى الجسم الأصفر ليفرز هرمون البروجسترون ← مما يمنع التبويض فتتوقف الدورة الشهرية لما بعد الولادة.

٢- يصل الجسم الأصفر لأقصى نموه في نهاية الشهر الثالث للحمل.

٣- يبدأ الجسم الأصفر في الانكماش في الشهر الرابع للحمل وذلك حينما تكون المشيمة قد تقدم نموها في الرحم وتصبح قادرة على إفراز هرمون البروجسترون الذي ينبه الغدد الثديية على النمو التدريجي بالإضافة إلى وظيفته الرئيسية فى تماسك بطانة الرحم وتثبيت الجنين.

- يصل الجسم الأصفر لأقصى. نموه فى نهاية الشهر الثالث للحمل وذلك لأن المشيمة لا يكون قد أكتمل نموها بعد فى هذه الفترة وبالتالي يقوم الجسم الأصفر فى ال ٣ شهور الأولى بإفراز البروجيسترون

- يبدأ الجسم الأصفر فى الانكماش فى بداية الشهر الرابع للحمل ← وذلك لأن المشيمة تكون قد تقدم نموها فى الرحم وتصبح قادرة على إفراز هرمون البروجسترون فتحل محل الجسم الأصفر فى إفراز هذا الهرمون الذي ينبه الغدد الثديية على النمو.

- تحلل الجسم الأصفر قبل الشهر الرابع للحمل يؤدي إلى الإجهاض وذلك لأن فى هذا الوقت تكون المشيمة لم يكتمل نموها وبالتالي يقل إفراز هرمون البروجسترون. وبالتالي يؤدى ذلك إلى تهدم بطانة الرحم وتمزق الشعيرات الدموية بسبب انقباضات الرحم.



الإخصاب

١- **التعريف**

إندماج المشيج الذكري (الحيوان المنوي) (ان) مع المشيج الأنثوي (البويضة) (١ ن) لتكوين الزيجوت (٢ن) في بداية قناة فالوب الذي ينقسم ميتوزياً مكوناً الجنين (٢ن).


(شكل ٣٠) إخصاب البويضة

٢- تتحرر البويضة فى **اليوم الرابع عشر** من بدء الطمث (تحت تأثير هرمون LH) وتكون جاهزة للإخصاب لمدة **١ : ٢ يوم** ويتم إخصابها فى **الثلث الأول** من قناة فالوب.(**الثلث الخارجي**)

٣- يخرج من الرجل فى كل مرة تتراوح من **٣٠٠ : ٥٠٠ مليون** حيوان منوي **يفقد الكثير منها أثناء رحلتها إلى البويضة**. لذلك يعتبر الرجل **عقيماً** إذا قل عدد الحيوانات المنوية عن **٢٠ مليون** فى كل مرة تزاوج لأنه يفقد الكثير منها أثناء رحلتها إلى البويضة.

٤- تشترك الحيوانات المنوية فى إفراز **إنزيم الهيالويورينيز** الذي يذيب جزء من غلاف البويضة. (في بداية / الثلث الأول من قناة فالوب)

٥- يخترق البويضة **رأس وعنق حيوان منوى واحد** تاركاً الذيل خارجاً حيث يحتوي الراس على النواة المحتوية على المادة الوراثية ويحتوي العنق على الجسم المركزي الذى يعمل على انقسام البويضة المخصبة

٦- يمكن للحيوانات المنوية أن تبقى حية داخل الجهاز التناسلي الأنثوي حوالي **٢-٣** يوم.

٧- بعد الاخصاب تحيط البويضة نفسها بغلاف يمنع دخول أي حيوان منوي آخر (لو دخل حيوان آخر يؤدي إلى تضاعف صبغي مميت).

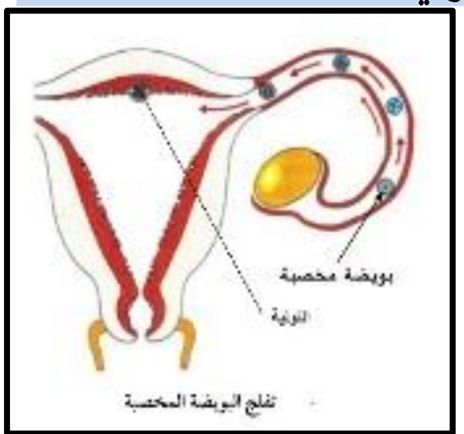
١- الوقت الأمثل لاخصاب البويضة بالنسبة للحيوان المنوي يجب ان يصل لبداية قناة فالوب في اليوم ١٣ من بدء الطمث لانه يظل حي ٣ أيام وهم ١٣ و ١٤ و ١٥

٢- الوقت الأمثل لاخصاب البويضة بالنسبة للبويضة هو يوم ١٤ من بدء الطمث لانه تظل حية لمدة ٢ يوم وهي بالأساس تخرج من المبيض في اليوم ١٤ اذا تظل حية وجاهزة للاخصاب يوم ١٤ و ١٥

الحمل ونمو الجنين

(١) بعد يوم واحد من الإخصاب تنقسم اللاقحة فى بداية قناة فالوب ميتوزياً إلى خليتين (فلجتين).

(٢) بعد يومين تتضاعف الخليتين إلى أربعة خلايا نتيجة الانقسام الميتوزيً.



(٣) يتكرر الانقسام حتى تتكون كتلة من الخلايا الصغيرة تسمى (التوتية) التي تهبط بفعل دفع أهداب قناة فالوب لها حتى تصل إلى الرحم وتنغمس بين ثنايا البطانة السميكة للرحم فى نهاية الأسبوع الأول (٧ أيام من الإخصاب).

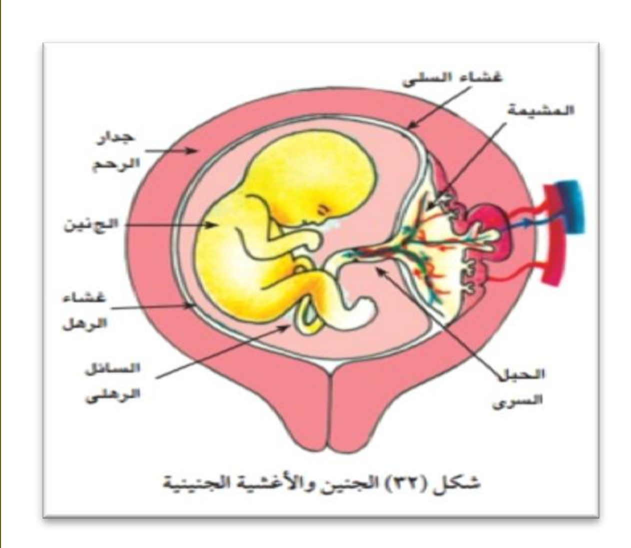
(٤) تتميز بطانة الرحم بالإمداد الدموي اللازم لتكوين الجنين طوال أشهر الحمل التسعة.

(٥) يتزايد نمو الجنين ويتدرج بناء الانسجة وتكوين الأعضاء وينشأ حول الجنين أغشية تسمى (الأغشية الجنينية).

التوتية هي كتلة صغيرة من الخلايا التي تندفع بفعل اهداب قناة فالوب تجاه الى ان تنغمس في ثنايا بطانة الرحم في نهاية الأسبوع الأول للحمل (اليوم السابع للحمل)

الأغشية الجنينية

(١) تشمل الأغشية الجنينة غشاءان:



شكل (٣٢) الجنين والأغشية الجنينية

أ – غشاء الرهل (أمنيون)

وهو الغشاء الداخلي الذي يحيط بالجنين ويحتوي على سائل (السائل الرهلى) الذي يحمي الجنين من الجفاف ويساعده على تحمل الصدمات. ويكون الحبل السري.

ب-غشاء السلي (كوريون)

وهو الغشاء الخارجي الذي يحط بالرهل من الخارج ويعمل على حماية الجنين ويكون المشيمة.

(٢) يخرج من غشاء السلي بروزات أو خملات أصبعية الشكل تنغمس داخل بطانة الرحم وتتلامس فيها الشعيرات الدموية لكل من الجنين والأم وتسمى (المشيمة).





(٣) أهمية المشيمة

١- نقل المواد الغذائية المهضومة والماء والأكسجين والفيتامينات من دم الأم إلى دم الجنين بالانتشار.
٢- تخلص الجنين من المواد الإخراجية دون أن يختلط دم الجنين بدم الأم.
٣- تفرز هرمون البروجسترون بدء من الشهر الرابع للحمل بعد ضمور الجسم الأصفر وهكذا تصبح المشيمة هي مصدر إفراز البروجسترون.
٤- تفرز هرمون الريلاكسين الذي يعمل على ارتخاء الارتفاق العاني عند نهاية فترة الحمل لتسهيل الولادة.
٥- نقل العقاقير والكحول والنيكوتين والفيروسات من دم الأم للجنين فيسبب له إضرار وتشوهات وأمراض.

---

(٤) يتصل الجنين بالمشيمة بواسطة نسيج غني بالشعيرات الدموية يسمى (الحبل السري).
والذي أهميته:
١- نقل المواد الغذائية المهضومة والماء والأكسجين والفيتامينات والأملاح من المشيمة إلى الدورة الدموية للجنين.
٢- نقل المواد الإخراجية وCO_2 من الدورة الدموية للجنين إلى المشيمة.
٣- يسمح بحرية حركة الجنين إذ يصل طوله إلى حوالي ٧٠ سم.

مراحل تكوين الجنين

عبارة عن ٣ مراحل:

(١) المرحلة الأولى:

١- تشمل الثلاث شهور الأولى من الحمل (١-٣).
٢- يبدأ تكوين الجهاز العصبي والقلب في الشهر الأول.
٣- تتميز العينان واليدان.
٤- يتميز الذكر عن الأنثى إذ تتكون الخصيتين فى الأسبوع السادس ويتكون المبيض فى الأسبوع الثاني عشر.
٥- يصبح للجنين القدرة على الاستجابة.

(٢) المرحلة الثانية:

١- تشمل الثلاث شهور الوسطى (٤ -٦).
٢- يكتمل نمو القلب إذ تسمع دقاته.
٣- يتكون الجهاز العظمي.

٤- **تكتمل** أعضاء الحس.
٥- **يزداد** نمو الجنين فى الحجم.

(٣) المرحلة الثالثة:

١- تشمل الثلاث شهور الأخيرة (٧-٩).
٢- **يكتمل** نمو المخ.
٣- يستكمل نمو باقي الأجهزة الداخلية.
٤- **يتباطأ** نمو الجنين فى الحجم.

الولادة والرضاعة:

(أ) الولادة :

١- فى الشهر التاسع يبدأ تفكك المشيمة ويقل البروجسترون فيقل تماسك الجنين بالرحم استعداداً للولادة.
٢- يبدأ المخاض (طلق الولادة) بانقباض عضلات الرحم بشكل متتابع فيندفع الجنين إلى الخارج على أثر ذلك فيصرخ المولود نتيجة بدء جهازه التنفسي فى العمل.
٣- تنفصل المشيمة من جدار الرحم وتطرد للخارج.
٤- يتم قطع الحبل السري من جهة المولود ليتحول غذاءه للرضاعة.

(ب) الرضاعة :

١- تبدأ الجزء الغدي للغدة النخامية فى إفراز هرمون (البرولاكتين) الذي ينبه الغدد اللبنية فى ثدي الأم لإفراز اللبن الذي يعتبر أثمن غذاء جسدي وعاطفي.
٢- كما يتم افراز هرمون الاوكسيتوسين من الفص الخلفي للغدة النخامية والذي له اثر مشجع لنزول الحليب استعداد للرضاعة
٣- اللبن يحمي الطفل من كثير من الاضطرابات العضوية والنفسية ليس فى مرحلة طفولته فقط وإنما فى مستقبله أيضاً.

(ج) عمر الأم المناسب للحمل:

١- من (١٨-٣٥ سنة) فإذا قل أو زاد العمر عن ذلك:
يتعرض كل من الأم والجنين لمتاعب خطيرة.
كما تزداد احتمالات التشوه الخلقي للجنين.
٢- الزواج من زوج مسن يؤدي إلى نفس النتيجة فى الأبناء.
٣- تختلف مدة الحمل باختلاف نوع الحيوان فهي (٢١ يوم فى الفئران) ، (١٥٠ يوم فى الأغنام) (٢٧٠ يوم فى الإنسان). (٣٣٠ يوم فى الماشية) (٩٠٠ يوم فى الفيل).



مشاكل مرتبطة بالإنجاب

(١) مشاكل زيادة النسل

(١) وسائل منع الحمل:

يمكن منع الحمل بإحدى الطرق التالية:

(أ) الأقراص

١- يبدأ استخدامها بعد انتهاء فترة الطمث ولمدة ثلاثة أسابيع.
٢- تحتوي على **هرمونات صناعية** تشبه الاستروجين والبروجسترون.
٣- تمنع حدوث الحمل عن طريق منع حدوث التبويض.

(ب) اللولب

١- يستقر في الرحم.
٢- يمنع حدوث الحمل عن طريق **منع استقرار البويضة المخصبة** في بطانة الرحم أي منع انغماس التوتية في جدار الرحم.

(ج) الواقي الذكري:

يستخدمه الذكر لمنع دخول الحيوانات المنوية إلى المهبل.

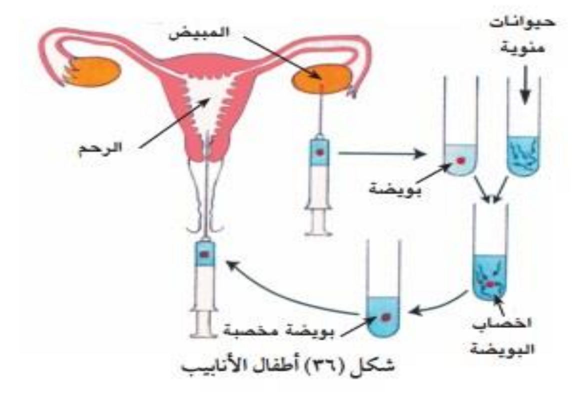
(د) التعقـــــــــيم الجراحي:

١- في الأنثى ← يتم ربط قناتي فالوب أو قطعهما لمنع حدوث إخصاب للبويضة التي ينتجها المبيض (منع وصول الحيوان المنوي الى البويضة)
٢- في الرجل ← يتم ربط الوعاءين الناقلين أو قطعهما لمنع خروج الحيوانات المنوية من خلالهما.

وسائل علاج العقم

أطفال الأنابيب

١- يتم فصل بويضة من مبيض المرأة
٢- إخصابها بحيوان منوي من زوجها داخل أنبوبة اختبار.
٣- يتم رعايتها في وسط مغذي حتى تصل إلى مرحلة التوتية.
٤- يعاد زراعتها في رحم الزوجة حتى يتم اكتمال تكوين الجنين.



شكل (٣٦) أطفال الأنابيب

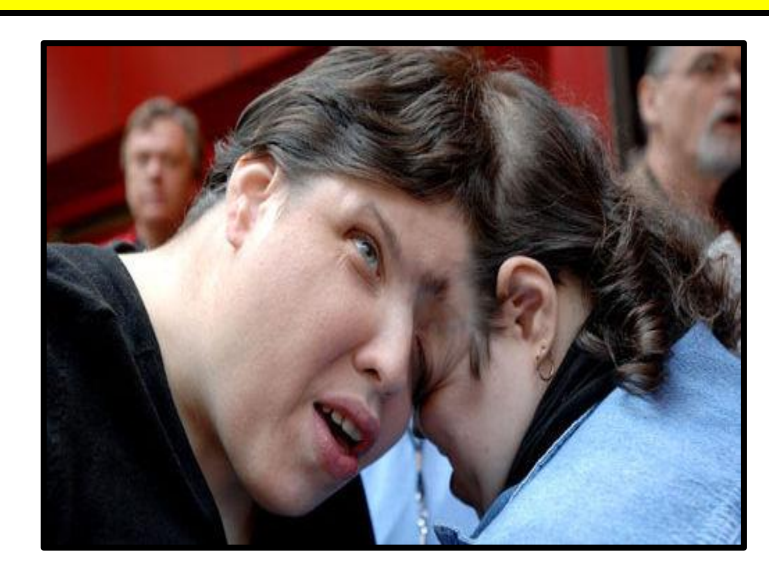


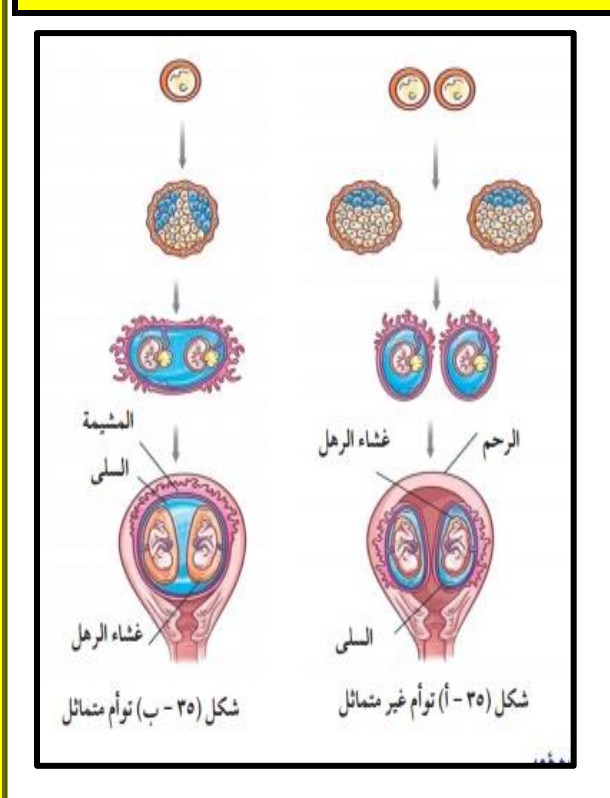
تعدد المواليد

١- عادة ما يولد جنين واحد فى كل مرة ولكن فى بعض الأحيان يتعدد المواليد حتى ستة أطفال.
٢- يعتبر التوائم الثنائية هي الأكثر شيوعاً إذا تصل نسبتها فى العالم (١ : ٨٦ ولادة فردية) وتندر التوائم المتعددة.
٣- أنواع التوائم:

توائم غير متماثلة – متآخية (ثنائية اللاقحة)	توائم متماثلة (أحادية اللاقحة)
(١) تنتج من إخصاب بويضتين (من مبيض واحد أو الاثنين) كل منهما بحيوان منوي على حدة	(١) تنتج من بويضة واحدة مخصبة بحيوان منوي واحد وتنقسم اللاقحة أثناء تفلجها إلى جزئين كل منهما يكون جنين.
(٢) لكل جنين منهما كيس جنيني ومشيمة مستقلة	(٢) للجنينان كيس جنيني واحد ومشيمة واحدة
(٣) الجنينان مختلفان وراثياً في جميع الصفات (شقيقان لهما نفس العمر)	(٣) الجنينان متطابقان وراثياً في جميع الصفات
(٤) الجنينان يحملان جينات مختلفة وبالتالي قد يختلفان في الجنس.	(٤) الجنينان يحملان نفس الجينات وبالتالي لهما نفس الجنس.

التوأم السيامي: توءم متماثل يولد ملتصقاً في مكان ما بالجسم ويمكن الفصل بينهما جراحياً في بعض الحالات.





شكل (٣٥ - أ) توأم غير متماثل
شكل (٣٥ - ب) توأم متماثل



زراعة الأنوية

١- أجريت في الضفادع

(١) تم إزالة أنويه من خلايا أجنة الضفدعة فى مراحل مختلفة من النمو وذلك باستخدام أدوات جراحية دقيقة جداً.

(٢) تم زرع هذه الأنوية في بويضات غير مخصبة قد سبق نزع أنويتها أو تحطيمها بالإشعاع.

(٣) بدأت كل من هذه البويضات فى النمو العادي إلى افراد لهم صفات الأنوية المزروعة.

٢- تؤكد هذه التجارب أن الأنوية المنزرعة لها القدرة على توجيه نمو الجنين مثل نواة اللاقحة الأصلية لتكوين فرد كامل.

بنوك الأمشاج

- توجد فى بعض دول أوربا وأمريكا بنوك للأمشاج الحيوانية المنتخبة خاصة الماشية والخيول وذلك لإحدى الأهداف التالية:

(١) الحفاظ على بعض الأنواع من الانقراض والإكثار منها وقت الحاجة. حيث:

١-تحفظ أمشاجها فى حالة تبريد شديد (-١٢٠ ͦم) لمدة تصل إلى ٢٠ سنة.

٢-تستخدم هذه الأمشاج فى التلقيح الصناعي حتى بعد وفاة أصحابها أو تعرض بعض الأنواع النادرة منها للانقراض. (اذا تمكن أصحابها من الانجاب حتي بعد الوفاة)

(٢) التحكم فى جنس المواليد:

- تم ذلك على حيوانات المزارع بهدف التحكم فى جنس المواليد كالتالي:

١-فصل الحيوانات المنوية ذات الصبغي (x) [حيوانات منوية مؤنثة] عن الأخرى ذات الصبغي (y) [حيوانات منوية مذكرة] بوسائل معملية كالطرد المركزي أو بتعرضها لمجال كهربي محدود

٢-يتم تطبيق هذه التقنية على الماشية لإنتاج:

* ذكوراً ← بهدف إنتاج اللحوم.
* إناثاً ← بهدف إنتاج الألبان والتكاثر



الباب الأول

الفصل الرابع

المناعة في الكائنات الحية



المناعة في الكائنات الحية

المقدمة:

- يمكن تقسيم المصادر التي تهدد حياة الكائن الحي الى نوعين رئيسيين وهما: -

١- **المصادر الحيوية:**

مثل مسببات الامراض وهي الفيروسات والبكتيريا والأوليات الحيوانية والفطريات والحشرات.

٢- **المصادر غير حيوية:**

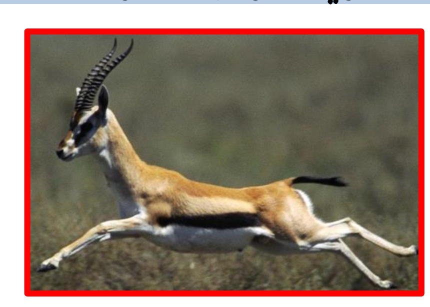
مثل الحوادث والكوارث الطبيعية واختلال عناصر البيئة

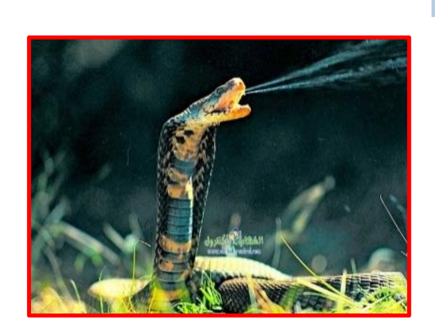
- الاليات التي يستخدمها الكائن الحي من اجل الدفاع عن نفسه ومساعدته على البقاء حيثان الكائن الحي في صراع دائم مع ما يهدد حياته.

١- تغيير اللون من اجل التمويه (الحرباء)

٢- افراز السموم لقتل الكائن الاخر (الثعبان)

٣- الجري للهروب (الغزال)







الجهاز المناعي

١- **التعريف:** هو منظومة من العمليات الحيوية التي تقوم بها أعضاء وخلايا وجسيمات داخل أجسام الكائنات الحية بغرض حمايتها من الأمراض والسموم والخلايا السرطانية والجسيمات الغريبة.

٢- هذه المنظومة الحيوية تقوم بالتعرف على مسببات المرض، مثل الميكروبات أو فيروسات ثم تقوم بتحييدها أو إبادتها.



٣- يميز جهاز المناعة السليم خلايا الجسم السليمة وأنسجته الحيوية وبين كائنات غريبة عنه تسبب المرض.

المناعة

هي قدرة الجسم على مقاومة الإصابة بالأمراض او مقدرة الجسم من خلال الجهاز المناعي على مقاومة مسببات الامراض

ويتم ذلك بطريقتين وهما:

١- منع دخول مسببات المرض الى جسم الكائن الحي

٢- مهاجمة مسببات المرض والاجسام الغريبة والقضاء عليها عند دخولها جسم الكائن الحي

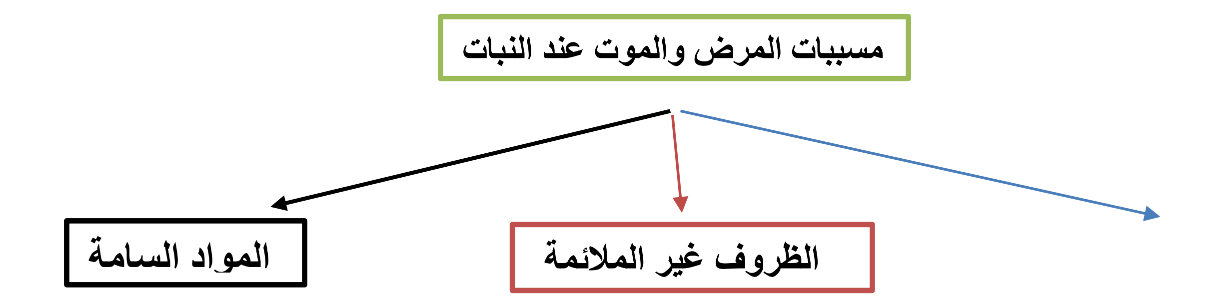
- يقسم الجهاز المناعي الى قسمين وكلاهما يتعاونان مع بعضهما البعض ولا يمكن ان يعمل أحدهما من دون مساعدة الاخر ...... علل/

وذلك لان المناعة الفطرية أساسية لأداء المناعة المكتسبة عملها بنجاح والعكس صحيح ونتيجة لذلك الترابط بين النظامين المناعيين يستطيع الجسم التعامل والقضاء على الكائنات الممرضة وهما:

١- **المناعة الفطرية او الموروثة:** وهي التي يرثها الكائن من الاباء

٢- **المناعة المكتسبة او التكيفية:** وهي التي يكتسبها الكائن طوال حياته نتيجة إصابة بالأمراض

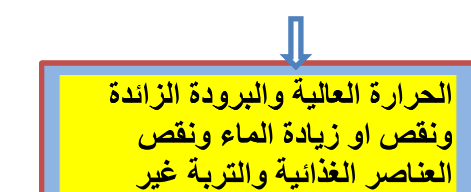
المناعة في النبات







حيوانات الرعي والحشرات والفطريات والبكتيريا والفيروسات وهو أخطرهم على الاطلاق



الدخان والابخرة السامة والمبيدات الحشرية والصرف الصحي غير المعامل الذي يتدفق من المصانع الى الأنهار.. متوسط الخطورة



- **الوسائل التي يستحدثها الانسان وتعمل على وقاية النبات وحمايته لما للنبات من أهمية قصوى في حياة الانسان:**

١) **استعمال مبيدات الأعشاب الضارة**

٢) **مقاومة الحشرات بطرق مختلفة**

٣) **حث النبات على مقاومة الامراض النباتية وهو ما يعرف ب (المناعة المكتسبة)**

٤) **انتاج سلالات نباتية مقاومة للأمراض والحشرات من خلال التربية النباتية او استخدام الهندسة الوراثية**

- **لجهاز النقل في النبات أهمية كبار في عمل الجهاز المناعي حيث ان مركبات تنشيط الحماية والمقاومة تنتقل من خلية الى أخرى بطريقة منتظمة من خلال جهاز النقل في النبات الذي يقابل الاوعية الدموية في الانسان**

أولا: المناعة التركيبية.

١- التعريف:

هي عبارة عن حواجز طبيعية يمتلكها النبات تمثل خط الدفاع الأول للنبات لمنع مسببات الامراض من الدخول الى النباتات وانتشارها بداخلها.

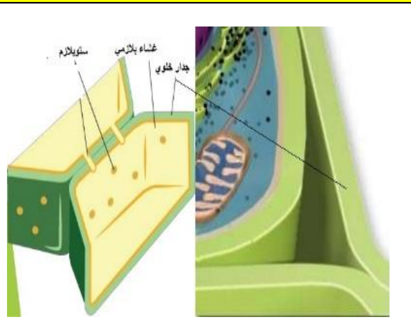
٢- أنواعها:

(أ) وسائل مناعية تركيبية موجودة أصلا في النبات.

١. الادمة الخارجية لسطح النبات.

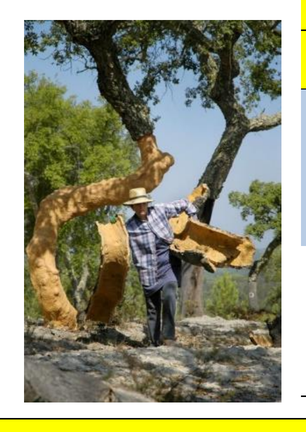
- تمثل **حائط الصد الأول** في المقاومة حيث انها:
- تتغطى **بطبقة شمعية** فلا يستقر عليها الماء ولذلك لا تتوفر البيئة الصالحة لنمو الفطريات وتكاثر البكتيريا
- يكسوها **الشعيرات او الاشواك** مما يحول دون تجمع الماء او اكلها بواسطة حيوانات الرعي وبهذا تقل فرص الإصابة

٢. الجدار الخلوي.



- يقي الخلايا خاصة خلايا البشرة الخارجية
- يتركب من السليلوز وبعد تغلظه بمادة **اللجنين** يصبح صلبا فيصعب على الكائنات الممرضة اختراقه حيث ان الكائن الممرض دائما ما يبحث عن جزء مفتوح للدخول منه الى داخل النبات

(ب) وسائل مناعية تركيبية تتكون كاستجابة للإصابة بالكائنات الممرضة.



١- تكوين الفلين.

- **سبب تكونها:** يقوم بعزل المناطق التي تعرضت للقطع او التمزق **نتيجة** لنمو النبات في السمك او لجمع الثمار او لسقوط الأوراق في الخريف او تعدى الانسان والحيوان
- **الوظيفة:** يمنع الفلين دخول الكائنات الممرضة للنبات

٢- تكوين التيلوزات.

- **التعريف:** هي عبارة عن نموات زائدة تنشا نتيجة تمدد الخلايا البارنشيمية المجاورة لقصيبات الخشب وتمتد داخلها من خلال النقر

- **سبب تكونها:** تتكون عند تعرض الجهاز الوعائي للقطع او للغزو من الكائنات الممرضة
- **الوظيفة:** تقوم بإعاقة الحركة للكائنات الممرضة وتمنع انتقالها الى الأجزاء الأخرى من النبات

٣- ترسيب الصموغ.

- **سبب تكوينها:** تفرز النباتات المصابة بجروح او قطوع حول موضع الإصابة مواد صمغية
- **الوظيفة:** تقوم الصموغ بمنع دخول الميكروبات داخل النبات من خلال الأجزاء المقطوعة التي تغطيها

٤- تراكيب مناعية خلوية

- **التعريف:** هي تراكيب خلوية في النباتات تحدث تغيرات شكلية نتيجة لغزو الكائنات الممرضة
- **مثال:**
  - ✓ انتفاخ الجدر الخلوية لخلايا البشرة وتحت البشرة اثناء الاختراق المباشر للكائن الممرض مما يؤدى الى تثبيط اختراقه لتلك الخلايا
  - ✓ احاطة خيوط الغزل الفطري المهاجمة للنباتات بغلاف عازل يمنع انتقاله من خلية الى أخرى

٥- التخلص من النسيج المصاب (الحساسية المفرطة).

- **سببها:** يقوم النبات بقتل بعض أنسجته المصابة ليمنع انتشار الكائن الممرض منها الى أنسجته السليمة
- يتخلص النبات من الكائن الممرض عن طريق موت النسيج المصاب المتواجد فيه

ثانيا: المناعة البيو كيميائية.

١) **تعريفها:** هي استجابة النبات لإفراز مواد كيميائية ضد الكائنات الممرضة

٢) **امثلة:**

١. المستقبلات

- تدرك وجود الميكروب وتنشط دفاعات النبات
- توجد في النباتات السليمة والمصابة الا ان تركيزها في النباتات المصابة يكون أكبر
- **الوظيفة:** تدرك وجود الميكروب ثم تقوم بتحفيز وسائل جهاز المناعة الموروثة في النباتات



٢. مواد كيميائية مضادة للكائنات الدقيقة

- هي مركبات كيميائية تفرزها النباتات لتقاوم الكائنات الممرضة وهذه المركبات اما ان تكون موجودة أصلا في النبات قبل الاصابة او تتكون بعد الإصابة
- مثل:

✓ الفينولات و الجلوكوزيدات:

هي مركبات كيميائية سامة تقتل الكائنات الممرضة مثل البكتيريا او تثبط نموها وتتكون فقط عند مهاجمة النبات بواسطة الكائن الممرض

✓ انتاج احماض امينية غير بروتينية:

هي احماض امينية لا تدخل في بناء البروتين في النباتات وتعمل كمواد واقية للنبات وتشمل مركبات كيميائية سامة للكائنات الممرضة مثل (الكانافنين و السيفالوسبورين).

٣. بروتينات مضادة للكائنات الدقيقة.

- بعض النباتات تنتج بروتينات لم تكن موجودة أصلا بالنبات ولكن يستحث انتاجها نتيجة الإصابة.
- وظيفتها: انها تتفاعل مع السموم التي تفرزها الكائنات الممرضة وتحولها الى مواد غير سامة للنبات
- مثال: بعض النباتات تنتج انزيمات تعرف ب (أنزيمات نزع السمية). ووظيفتها انها تقوم بالتفاعل مع السموم التي تفرزها الكائنات الممرضة وتبطل سميتها

٤. تعزيز دفاعات النبات بعد الإصابة.

- تقوم النباتات بتعزيز وتقوية دفاعاتها بعد الإصابة وذلك حتى تحمى نفسها من أي إصابة جديدة
- حيث ان المواد الكيميائية السابق ذكرها في الأمثلة السابقة تظل موجودة في النبات لتحمي النبات من أي هجوم محتمل من الكائنات الممرضة

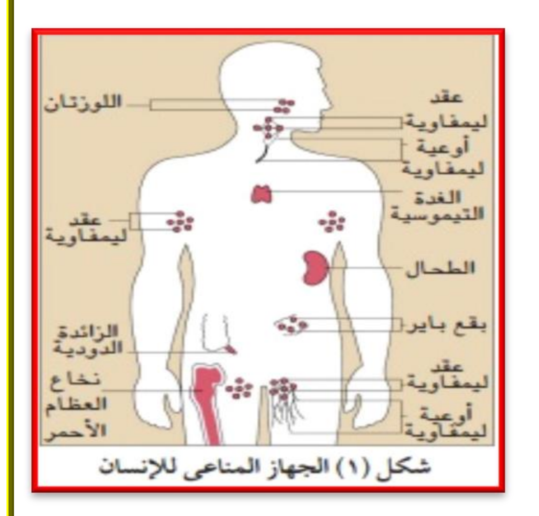
المناعة في الانسان

مقدمة

١- الجهاز المناعي في الانسان هو **جهاز متناثر الأجزاء** حيث يتكون من أجزاء متفرقة في أجزاء الجسم لا ترتبط ببعضها البعض

٢- يعتبر الجهاز المناعي وظيفيا وحده واحده وذلك لان اجزاؤه تتفاعل وتتعاون مع بعضها بصورة متناغمة.

٣- **الأعضاء الليمفاوية** هي أعضاء الجهاز المناعي وسميت بهذا الاسم نتيجة كونها موطن الخلايا الليمفاوية وهي المكونات الرئيسية للجهاز الليمفاوي



شكل (١) الجهاز المناعي للإنسان

مكونات الجهاز المناعي

- أولا: الأعضاء الليمفاوية

تحتوي هذه الأعضاء على اعداد غفيرة من الخلايا الليمفاوية. وفيها يتم نضج وتمايز الخلايا الليمفاوية

أ) نخاع العظام

١. **الموقع:** هو نسيج يوجد **داخل العظام المسطحة** مثل (الترقوة والقص والجمجمة والعمود الفقري والضلوع والكتف والحوض) **ورؤوس العظام الطويلة** مثل (عظام الفخذ والساق والعضد)

٢. **وظيفته:** انه مسئول عن انتاج خلايا الدم الحمراء والبيضاء وصفائح الدم



ب) الغدة التيموسية

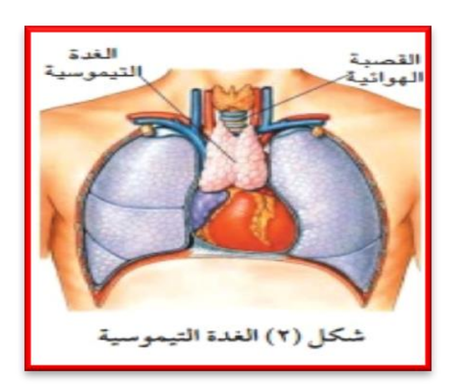
١. **الموقع:** تقع على القصبة الهوائية اعلى القلب وخلف عظمة القص

٢. **الوظيف:** تفرز هرمون (التيموسين)

٣. **وظيفة هرمون التيموسين**

يحفز نضج الخلايا الليمفاوية الجذعية الى الخلايا التائية T

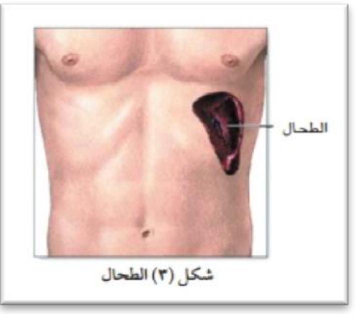
وتمايز هذه الخلايا التائية T بعد ذلك الى أنواعها الثلاثة المختلفة داخل الغدة التيموسية.



شكل (٢) الغدة التيموسية

ت) الطحال

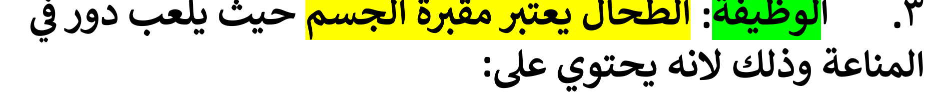
١. عضو ليمفاوي صغير لا يزيد حجمه عن قبضة اليد ولونه احمر قاتم



شكل (٣) الطحال

٢. **الموقع:** يقع في الجانب العلوي الايسر من تجويف البطن

٣. **الوظيفة:** الطحال يعتبر مقبرة الجسم حيث يلعب دور في المناعة وذلك لانه يحتوي على:



١- خلايا الدم البيضاء المتخصصة التي تسمى (الخلايا البلعمية الكبيرة) التي تقوم بالتقاط كل ما هو غريب عن الجسم سواء كان ميكروب او اجسام غريبة او خلايا جسدية هرمة ككريات الدم الحمراء المسنة ثم تفتتها الى مكوناتها الأولية ليتخلص منها الجسم. كما يقوم بعضها (الخلايا البلعمية الكبيرة الدوارة) بحمل المعلومات عن الميكروبات والاجسام الغريبة لتقدمها للخلايا المتخصصة لذلك يعتبر الطحال مقبرة الجسم



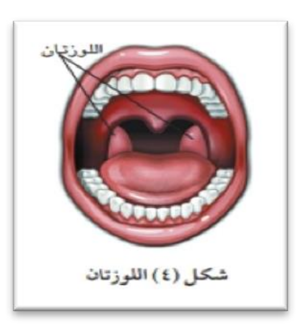
٢- يحتوي على خلايا دم بيضاء تسمى (الخلايا الليمفاوية)

ث) اللوزتان

١. **الموقع:** غدتان ليمفاويتان متخصصتان تقعان على جانبي الجزء الخلفي من الفم

٢. **وظيفتها:**

انها تلتقط أي ميكروب او جسم غريب يدخل مع الطعام او الهواء وتمنع دخوله الى الجسم وبذلك تحمى الانسان



شكل (٤) اللوزتان

ج) بقع باير

١. **الموقع:** عقد صغيرة من الخلايا الليمفاوية التي تتجمع على شكل لطع او بقع في الغشاء المخاطي المبطن للجزء السفلى من الأمعاء الدقيقة

٢. **وظيفتها:** انها تلعب دور في الاستجابة المناعية ضد الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض التي تدخل الأمعاء وتسبب امراض للانسان

د) العقد الليمفاوية

١. **الوظيفة:**

١- تقوم بتنقية الليمف من أي مواد ضارة او ميكروبات
٢- تختزن خلايا الدم البيضاء (الخلايا الليمفاوية) التي تساعد على محاربة أي مرض او عدوى

شكل (٦) تشريح العقدة الليمفاوية

٢. **الموقع:** تتواجد على طول شبكة الاوعية الليمفاوية الموجودة في جميع أجزاء الجسم مثال (تحت الابطين – على جانبي العنق – اعلى الفخذ – بالقرب من أعضاء الجسم الداخلية)

٣. **حجمها:** يتراوح بين راس الدبوس وبذرة الفول الصغيرة

٤. **تركيبها:** تحتوي من الداخل على جيوب تمتلئ بالخلايا الليمفاوية البائية B والخلايا الليمفاوية التائية T والخلايا الملتهمة (البلعمية الكبيرة) التي تخلص الليمف مما به من جراثيم و حطام الخلايا

٥. يتصل بكل عقدة ليمفاوية عدة اوعية ليمفاوية وهى نوعان:

١- **الاوعية الليمفاوية الواردة:** تنقل الليمف من الانسجة الى العقدة الليمفاوية لترشحه وتخلصه مما يعلق به من مسببات الامراض الغريبة (تحتوي على ليمف ملوث)

٢- **الاوعية الليمفاوية الصادرة:** تنقل الليمف بعد ترشيحه وتنقيته من العقدة الليمفاوية الى الاوعية الليمفاوية (تحتوي على ليمف نقي)

ثانيا: الخلايا الليمفاوية.

١- تشكل حوالي ٢٠% - ٣٠% من خلايا الدم البيضاء بالدم



٢- تتكون في نخاع العظام الأحمر

٣- في بداية نشأت الخلايا الليمفاوية لا يكون لها أي قدرة مناعية ولكنها تمر بعملية نضوج وتمايز في الأعضاء الليمفاوية لتتحول بعدها الى خلايا ذات قدرة مناعية

٤- وظيفتها: تقوم بالدوران في الدم باحثة عن أي ميكروب او جسم غريب فتشغل الياتها الدفاعية والمناعية لتخلص الجسم من شرور الميكروبات الممرضة التي تحاول غزو الجسم والتكاثر والانتشار فيه وتخريب انسجته وتعطيل وظائفه الحيوية والفسيولوجية

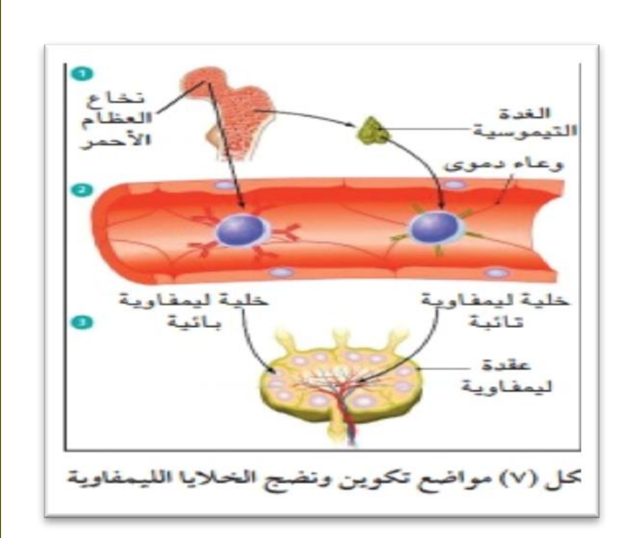
٥- أنواعها: هناك ثلاث أنواع وهي:

أ) الخلايا البائية B

١. مكان التكوين والنضج: تتكون في نخاع العظام الاحمر وتستكمل نموها فيه لتصبح ناضجة

٢. النسبة: تشكل ١٠%: ١٥% من الخلايا الليمفاوية بالدم

٣. الوظيفة: التعرف على أي ميكروب او مواد غريبة عن الجسم مثل البكتيريا او الفيروسات ثم تقوم بالالتصاق بهذا الجسم الغريب ثم تنتج اجسام مضادة له لتقوم بتدميره



كل (٧) مواضع تكوين ونضج الخلايا الليمفاوية

ب) الخلايا التائية T

١. النسبة: تشكل ٨٠% من الخلايا الليمفاوية

٢. مكان التكوين والنضج: تتكون في نخاع العظام الأحمر وتنضج في الغدة التيموسية تحت تاثير هرمون التيموسين

٣. أنواعها:

(١) الخلايا التائية المساعدة TH

- الوظيفة: تنشط الأنواع الأخرى من الخلايا التائية وتحفزها للقيام باستجاباتها المناعية
- تحفز الخلايا البائية لإنتاج الاجسام المضادة

(٢) الخلايا التائية السامة (القاتلة) TC

- **الوظيفة:** تهاجم الخلايا الغريبة حيث تهاجم الخلايا السرطانية والأعضاء المزروعة وخلايا الجسم المصابة بالفيروس

(٣) الخلايا التائية المثبطة (الكابحة) TS

- **الوظيفة:** تنظم درجة الاستجابة المناعية للحد المطلوب
- تثبط او تكبح عمل الخلايا التائية T والبائية B بعد القضاء على الكائن الممرض

ج) الخلايا القاتلة الطبيعية


شكل (٨) خلية قاتلة طبيعية

١. **النسبة:** تشكل ٥% – ١٠% من الخلايا الليمفاوية بالدم
٢. **مكان التكوين والنضج:** يتم انتاجها ونضجها في نخاع العظام الاحمر
٣. **الوظيفة:** لها القدرة على مهاجمة خلايا الجسم المصابة بالفيروس والخلايا السرطانية وتقضى عليها من خلال الانزيمات الهاضمة التي تفرزها هذه الخلايا القاتلة

ثالثا: خلايا الدم البيضاء الأخرى.

١- الخلايا الحامضية والقاعدية والمتعادلة

- **التمييز:** نميز بيهم عن طريق الحجم ولون الحبيبات الظاهرة بداخلها تحت المجهر وشكل النواة

خلية ليمفاوية – خلية وحيدة النواة – خلية قاعدية – خلية حامضية – خلية متعادلة

شكل (٩) أنواع خلايا الدم البيضاء

- تبقى في الدورة الدموية لفترة قصيرة نسبيا تتراوح بين عدة ساعات الى عدة أيام
- **الوظيفة:**

١- تقوم بمكافحة العدوى البكتيرية والالتهابات عن طريق الحبيبات التي تقوم بتفتيت خلايا الكائنات الممرضة المهاجمة للجسم
٢- تقوم ببلعمة الكائنات الممرضة

٢- الخلايا وحيدة النواة

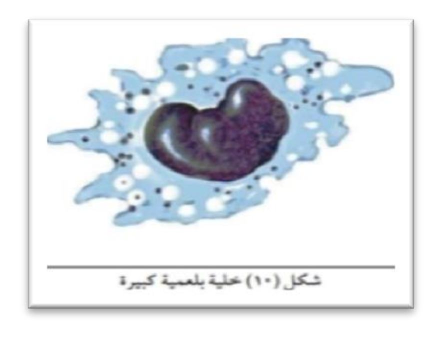
- **الوظيفة:** تدمر الاجسام الغريبة



- تتحول الى خلايا بلعميه عند الحاجة حيث تلتهم الكائنات الغريبة عن الجسم

- رابعا: الخلايا البلعمية الكبيرة.

١- الخلايا البلعمية الكبيرة الثابتة.


شكل (١٠) خلية بلعمية كبيرة

- تتواجد في معظم انسجة الجسم متأهبة لكل جسم غريب يتواجد بالقرب منها
- تسمى بأسماء مختلفة حسب النسيج الموجودة فيه
- **الوظيفة:** تلتهم أي جسم غريب او ميكروب او خلايا جسدية هرمة ككريات الدم الحمراء توجد بالقرب منها **بعملية البلعمة** ثم تفتتها الى مكوناتها الأولية ليتخلص الجسم منه

٢- الخلايا البلعمية الكبيرة الدوارة (الجوالة)

- **الوظيفة:**
- تحمل المعلومات التي تم جمعها عن الميكروبات والاجسام الغريبة لتقدمها للخلايا المناعية المتخصصة الموجودة في الغدد الليمفاوية المنتشرة في الجسم
- تقوم الخلايا المناعية المتخصصة بعد حصولها على المعلومات الوافية عن الاجسام الغريبة والميكروبات تقوم بتجهيز الوسائل الدفاعية المناسبة مثل الاجسام المضادة وتخصيص نوع الخلايا القاتلة الذي سيتعامل معها
- تقوم بالتهام الاجسام الغريبة **بعملية البلعمة**

- خامسا: المواد الكيميائية المساعدة.

تقوم بالتعاون ومساعدة الأليات المتخصصة للجهاز المناعي ومنها:

١- الكيموكينات

- **الوظيفة:** هي عوامل جذب للخلايا المناعية البلعمية الكبيرة المتحركة مع الدم بأعداد كبيرة نحو موقع تواجد الميكروبات او الاجسام الغريبة لتحد من تكاثر وانتشار الميكروب المسبب للمرض

٢- الانترليوكينات

- **الوظيفة:**
- تعمل كأداة اتصال وربط بين خلايا الجهاز المناعي المختلفة
- تعمل كأداة اتصال بين الجهاز المناعي وخلايا الجسم الأخرى

- تساعد الجهاز المناعي في أداء وظيفته الدفاعية

٣- سلسلة المتممات (المكملات)

- مجموعة متنوعة من البروتينات والانزيمات
- **الوظيفة:** تقوم بتدمير الميكروبات الموجودة بالدم وذلك عن طريق

١. ارتباط هذه المتممات بالأجسام المضادة المرتبطة بأنتيجينات الميكروبات

٢. تحليل الانتيجينات الموجودة على سطح الميكروبات واذابة محتوياتها لجعلها في متناول خلايا الدم البيضاء لكي تلتهما وتقضى عليها

٤- الانترفيرونات

- عدة أنواع من البروتينات تنتجها خلايا الانسجة المصابة بالفيروسات وهي غير متخصصة بفيروس معين.
- **الوظيفة:** ترتبط الانترفيرونات بالخلايا الحية المجاورة للخلايا المصابة والتي لم تصب بالفيروس بعد وتحثها على انتاج نوع من الانزيمات والمواد التي تثبط عمل انزيمات النسخ العكسي للحمض النووي بالفيروس وبهذا يمنع الفيروس من التكاثر والانتشار في جسم العائل.

- سادسا: الاجسام المضادة

- **التعريف:** هي مواد بروتينية تسمي الجلوبيولينات المناعية وتظهر على شكل حرف Y
- **تكوينها**

١- يوجد على سطح البكتيريا والاجسام الغريبة التي تغزو الانسجة مركبات تسمى مولدات الضد او المستضدات او الانتيجينات

IgG IgA IgM IgE IgD

شكل (١١) أنواع الأجسام المضادة

٢- الخلايا المناعية البائية B تقوم بالتعرف على هذه الاجسام والمكونات الغريبة عن الجسم (الانتيجينات) عن طريق ارتباط المستقبلات الموجودة على سطح الخلايا البائية B بالانتيجينات الموجودة على سطح الاجسام الغريبة.

٣- ثم تقوم الخلايا البائية B بالتحول الى خلايا بائية B متخصصة تسمي الخلايا البائية البلازمية التى تقوم بإنتاج مواد بروتينية يطلق عليها (الاجسام المضادة) او (الجلوبيولينات المناعية Ig) التي تدور مع الدم والليمف في الجسم وهي مصممة لتضاد الاجسام الغريبة عن الجسم حيث تقوم هذه الاجسام

المضادة وجزيئات (المتممات) بالالتصاق بانتيجينات البكتيريا لتجعلها في متناول خلايا الدم البيضاء الأخرى كي تلتهمها وتقضى عليها

٤- عندما تصادف الخلايا الليمفاوية البائية B الانتيجينات (المكونات الغريبة عن الجسم) لأول مرة تقوم بالانقسام المتكرر لتكوين مجموعات كل مجموعة منها تختص لإنتاج نوع واحد من الاجسام المضادة يتخصص ليضاد نوع واحد من الانتيجينات اى انها متخصصة حيث لكل انتيجين جسم مضادة

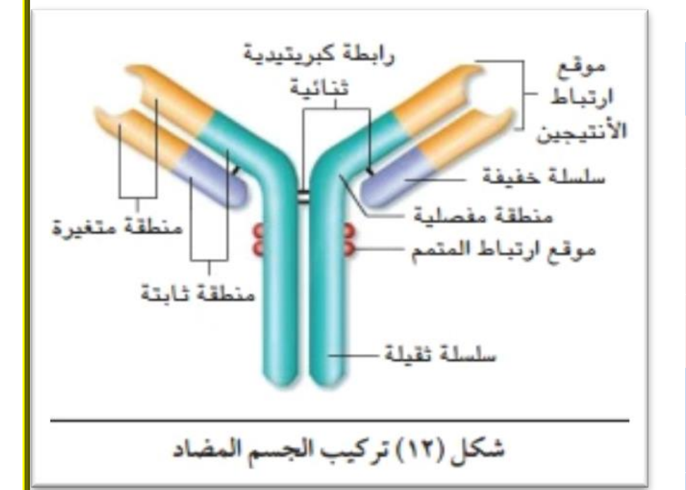
٥- تهاجم الخلايا البائية B الانتيجين (مولد الضد او المستضد) الموجود على سطح الكائنات الحية الدقيقة والجزيئات الأخرى الغريبة عن الجسم وذلك عن طريق انتاج الاجسام المضادة التي تدور مع مجرى الدم والليمف

٦- أنواع الاجسام المضادة (الجلوبيولينات المناعية Ig) ٥خمسة أنواع وهى: (IgA – IgE – IgG – IgM – IgD)

- **التواجد:** في الدم والليمف في الفقاريات
- **مصدر الإنتاج:** تنتج بواسطة الخلايا البائية البلازمية
- **الوظيفة:** تقوم الاجسام المضادة والمتممات بالالتصاق بالاجسام الغريبة ثم تفتت انتيجيناتها لتجعلها في متناول كريات الدم البيضاء لتلتهمها وتقضي عليها

- شكل وتركيب الاجسام المضادة

١- **تركيبها**



شكل (١٢) تركيب الجسم المضاد

أ) يتكون من زوجين من السلاسل البروتينية

١. سلسلتان بروتينيتان طويلتان تسمى السلاسل الثقيلة

٢. سلسلتان بروتينيتان قصيرتان تسمى السلاسل الخفيفة

ب) ترتبط السلاسل ببعضها عبر روابط كبريتيدية ثنائية حيث يحتوي الجسم المضاد على ٤ روابط كبريتيدية ثنائية

ت) لكل جسم مضاد موقعين متماثلين للارتباط بالانتيجين تسمى بالمواقع المتغيرة (الجزء المتغير) وشكل هذه المواقع يختلف باختلاف الجسم المضاد نظرا لاختلاف تشكيل الاحماض الامينية (حيث تختلف باختلاف نوعها وشكلها الفراغي وتتابعها) الداخلة في تكوين السلسلة الببتيدية

المستضدات
مُستضد
القطعة الملتصقة بالمستضد
جسم مضاد





التي تكون بروتين الجزء المتغير من الجسم المضاد والتي تجعله متخصص لنوع واحد فقط من الانتيجينات . وتوجد هذه المواقع في مقدمة السلاسل البروتينية للجسم المضاد

ث) هذه المواقع تساعد في حدوث الارتباط المحدد بين الانتيجين والجسم المضاد الملائم له بطريقة تشبه القفل والمفتاح. بسبب تطابق الجزء المتغير للجسم المضاد مع الانتيجين كصورة مراه وهذا الارتباط يؤدى الى تكوين مركب معقد من الانتيجين والجسم المضاد. يعرف **موقع ارتباط الانتيجين** على الجسم المضاد **بالجزء المتغير** وذلك لان شكله يتغير من جسم مضاد لأخر حيث ان كل جسم المضاد متخصص لنوع معين من الانتيجينات

1- الجسم المضاد به ٤ روابط كبريتيدية ثنائية. اثنين بين السلسلتان الثقيلتان وواحدة بين كل سلسلة ثقيلة واخرى خفيفة
2- السلاسل البروتينية تتكون من منطقتان أحدهما متغيرة (في الطرف العلوي) والأخرى ثابتة (في الجزء السفلي)
3- الجزء المتغير يسمي موقع الارتباط بالانتيجين لان الجسم المضادة يتصل بالانتيجين من خلاله
4- يتغير الجزء المتغير من جسم مضاد لأخر تبعا للانتيجين
5- الاجسام المضادة متخصصة حيث لكل انتيجين جسم مضاد خاص به
6- لكي يتمكن الجسم المضاد من إذابة الانتيجين لابد ان تتحد المتممات بالانتيجين
7- الجزء الثابت من الجسم المضاد لا تتغير بتغير الجسم المضاد
8- يختلف الجزء المتغير في جسم مضاد عن اخر نتيجة لاختلاف تشكيل الاحماض الامينية الداخلة في السلسلة الببتيدية حيث تحدد تخصص كل جسم مضاد لانتيجين واحد فقط

ج) الجزء المتبقي من الجسم المضاد يعرف باسم **الجزء الثابت** (المنطقة الثابتة) وذلك لأنه ثابت الشكل والتركيب في جميع أنواع الاجسام المضادة

طرق عمل الاجسام المضادة:

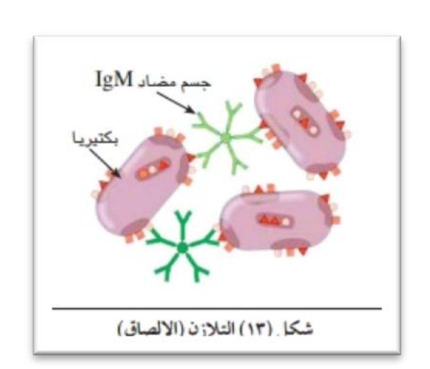
- الاجسام المضادة ثنائية الارتباط بينما الانتيجينات لها مواقع ارتباط متعددة لذلك يكون الارتباط بين الاجسام المضادة والانتيجينات امرا مؤكد.
- تقوم الاجسام المضادة بإيقاف عمل الانتيجينات بإحدى الطرق التالية:

1- التعادل.

1. اهم وظيفة للأجسام المضادة في مقاومة الفيروسات هي تحييد الفيروسات وإيقاف نشاطها.
2. تقوم الاجسام المضادة بالارتباط بالأغلفة الخارجية للفيروسات وبذلك تمنعها من الالتصاق بأغشية الخلايا والانتشار او النفاذ الى داخلها.

٣. ان تمكن الفيروس من اختراق غشاء الخلية فان الاجسام المضادة تمنع الحمض النووي من الخروج والتناسخ ببقائها غلاف الخلايا المصابة مغلقا.

٢- التلازن (الالصاق).



شكل (١٣) التلازن (الالصاق)

١. بعض الاجسام المضادة مثل الجسم المضاد IgM تحتوي على العديد من مواقع الارتباط مع الانتيجينات ولذلك يرتبط الجسم المضاد الواحد منها مع أكثر من ميكروب

٢. هذا يؤدى الى تجمع الميكروبات على نفس الجسم المضاد مما يجعلها أكثر ضعفا وعرضة لالتهامها بالخلايا البلعمية

٣- الترسيب



شكل (١٤) الترسيب

١. يحدث في الانتيجينات الذائبة

٢. ترتبط هذه الانتيجينات الذائبة مع الاجسام المضادة وهذا يؤدى الى تكوين مركبات من الانتيجين والجسم المضاد غير ذائبة وتكون هذه المركبات راسبا

٣. بعد تكوين الراسب يسهل على الخلايا البلعمية التهام هذا الراسب بعملية البلعمة

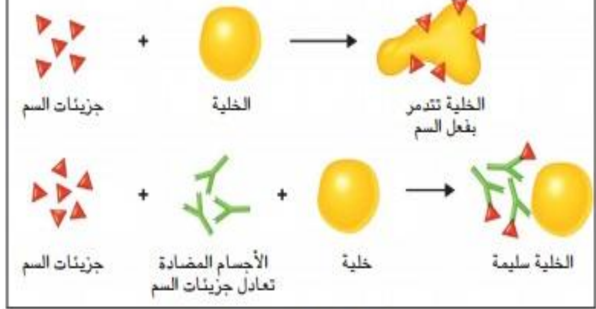
٤- التحلل

١. عند اتحاد الاجسام المضادة مع الانتيجينات تنشط بروتينات وانزيمات خاصة تسمى **المتممات**

٢. تقوم المتممات بتحليل اغلفة الانتيجينات واذابة محتوياتها فيسهل التخلص منها بواسطة الخلايا البلعمية



٣. ابطال مفعول السموم



شكل (١٥) ابطال مفعول السموم

١. ترتبط الاجسام المضادة بالسموم وتتكون مركبات من الاجسام المضادة والسموم

٢. هذه المركبات تنشط المتممات فتتفاعل معها تفاعلا متسلسلا يؤدى الى ابطال مفعولها كما يساعد على التهامها من قبل الخلايا البلعمية

الية عمل الجهاز المناعي في الانسان

- كيف يقي الجهاز المناعي الجسم من الكائنات الممرضة؟

يعمل الجهاز المناعي وفق نظامين مناعيين هما:

١) المناعة الطبيعية (غير المتخصصة او الفطرية) وتشمل خط الدفاع الأول والثاني

٢) المناعة المكتسبة (المتخصصة او التكيفية) وتشمل خط الدفاع الثالث

هذان النظامان مختلفان عن بعضهما الا انهما يعملان في تناسق وتعاون فكلاهما يقومان بتنشيط رد الفعل المناعي للنظام المناعي الاخر. وهذا يسمح للجسم بالتعامل بنجاح مع الكائنات الممرضة

أولا: المناعة الطبيعية (غير المتخصصة او الفطرية)

١- التعريف: هى مجموعة الوسائل الدفاعية التى تحمى الجسم وتتميز باستجابة سريعة وفعالة لمقاومة وتفتيت أي ميكروب او أي جسم غريب يحاول دخول الجسم، كما انها غير متخصصة ضد نوع معين من الميكروبات او الانتيجينات

٢- تمر عملية المناعة الطبيعية بخطين دفاعيين متتاليين هما:

أ- خط الدفاع الأول

١. التعريف: وهو عبارة عن مجموعة من الحواجز الميكانيكية او الطبيعية بالجسم مثل الجلد والمخاط والدموع والعرق وحمض الهيدروكلوريك بالمعدة
٢. وظيفته: منع الكائنات الممرضة من دخول الجسم

أ) الجلد

١) يتميز بطبقة قرنية صلبه على سطحه تشكل عائق منيع لا يسهل اختراقه او النفاذ منه

٢) العرق الذي تفرزه الغدد العرقية على سطح الجلد يعتبر مميتا لمعظم الميكروبات بسبب ملوحة العرق

ب) الصملاخ (شمع الاذن)

هي مادة تفرزها الاذن وتعمل على قتل الميكروبات التي تدخل الاذن وبذلك تحمى الاذن

ت) الدموع:

تحمى العين من الميكروبات لأنها تحتوي على مضادات ميكروبية قاتلة تعمل على تحليل الميكروبات



ث) المخاط بالممرات التنفسية

١) هو سائل لزج يبطن جدار الممرات التنفسية وتلتصق به الميكروبات والاجسام الغريبة الداخلة مع الهواء

٢) تقوم الاهداب الموجودة في ممرات التنفس بطرد هذا المخاط وما يحمله من ميكروبات واجسام غريبة الى خارج الجسم

ج) اللعاب:

يحتوي بعض المواد القاتلة للميكروبات بالإضافة الى بعض الانزيمات المذيبة لها

ح) افرازات المعدة الحامضية

تقوم خلايا بطانة المعدة بإنتاج وافراز حمض الهيدروكلوريك القوى الذي يسبب موت الميكروبات الداخلة مع الطعام

ب- خط الدفاع الثاني

١) يعمل هذا النظام إذا نجحت الكائنات الممرضة في تخطي وسائل الدفاع في الخط الأول وقامت بغزو انسجة الجسم وذلك من خلال جرح قطعي بالجلد مثلا

٢) التعريف: يعتبر نظام دفاعي داخلي وفيه يستخدم الجسم طرق وعمليات غير متخصصة متلاحقة تحيط بالميكروب لتمنع انتشار ه. وتبدأ هذه العمليات بحدوث التهاب شديد

٣) الاستجابة بالالتهاب

١- التعريف: عبارة عن تفاعل دفاعي غير تخصصي (غير نوعي) حول مكان الإصابة نتيجة لتلف الانسجة الذي تسببه الإصابة او العدوي

٤) طريقة العمل: الالتهاب عبارة عن استجابة فورية لأنسجة الجسم التي أصيبت بجسم غريب مثل البكتيريا ويتم ذلك بحدوث بعض التغيرات في موقع الإصابة حيث:

أ) تتمدد الاوعية الدموية الى اقصى مدى بسبب افراز كميات كبيرة من المواد المولدة للالتهاب ومن أهمها (مادة الهيستامين) التي تفرزها أنواع من الخلايا المتخصصة مثل الخلايا الصارية و خلايا الدم البيضاء القاعدية

ب) تزيد هذه المواد من نفاذية الاوعية الدموية الصغيرة والشعيرات الدموية للسوائل من الدورة الدموية وذلك يؤدى الى:

A) تورم الانسجة في مكان الالتهاب

B) يسمح بنفاذ المواد الكيميائية المذيبة والقاتلة للبكتيريا بالتوجه الى مكان الإصابة

شكل (١٦) الاستجابة بالالتهاب (غير المتخصصة)



C) يتيح لخلايا الدم البيضاء المتعادلة ووحيدة النواة وكذلك الخلايا البلعمية الكبيرة محاربة وقتل الاجسام الغريبة والميكروبات

٥) الانترفيرونات

٦) الخلايا القاتلة الطبيعية NK

ثانيا: المناعة المكتسبة (المتخصصة او التكيفية)

١- يبدأ عمله إذا ما أخفق الخط الدفاعي الثاني في التخلص من الجسم الغريب وذلك عن طريق استخدام الجسم لخط دفاع ثالث متمثلا في الخلايا الليمفاوية والتي تستجيب بسلسلة من الوسائل الدفاعية التخصصية النوعية التي تقاوم الكائن الممرض

٢- تسمى سلسلة الوسائل الدفاعية التخصصية النوعية التي تقوم بها الخلايا الليمفاوية لمقاومة الكائن الممرض باسم الاستجابة المناعية

٣- تتم المناعة المكتسبة عن طريق اليتين منفصلتين شكليا ولكنهما متداخلتان مع بعضهما البعض وهما:

أ) المناعة الخلطية او المناعة بالأجسام المضادة

ب) المناعة الخلوية او المناعة بالخلايا الوسيطة

أولا: المناعة الخلطية (المناعة بالأجسام المضادة)

١- التعريف:

تختص الخلايا الليمفاوية البائية B بالدفاع عن الجسم ضد انتيجينات الكائنات الممرضة كالبكتيريا والفيروسات والسموم الموجودة في سوائل الجسم كبلازما الدم والليمف بواسطة الاجسام المضادة

٢- خطوات المناعة الخلطية بالأجسام المضادة

(أ) (كيف يتم التعرف على الانتيجين في المناعة الخلطية)

١. عن طريق الخلايا البائية B

١) عند دخول كائن ممرض حاملا على سطحه انتيجين (مستضد) معين الى الجسم تتعرف الخلايا الليمفاوية البائية B على هذا الانتيجين الغريب عن الجسم حيث لكل خلية ليمفاوية بائية Bانتيجين معين واحد فقط فهي عالية التخصص. وعندما تتعرف الخلية الليمفاوية البائية على الانتيجين الخاص بها فأنها تلصق نفسها به بواسطة المستقبلات المناعية الموجودة على سطحها

٢) الانتيجين المرتبط حاليا بمستقبلات الخلايا الليمفاوية البائية B على سطحها الخارجي يرتبط ببروتنين يسمي بروتين التوافق النسيجي MHC وهو بروتين يوجد فى الخلايا الليمفاوية البائية B ويتكون مركب / معقد من الانتيجين وبروتين التوافق النسيجي MHC

٣) ينتقل هذا المركب الى سطح الخلايا الليمفاوية البائية B

٢. عن طريق الخلايا البلعمية الكبيرة

٢) في نفس الوقت الخلايا البلعمية الكبيرة تقوم بابتلاع الانتيجين وتفكيكه بواسطة انزيمات الليسوسومات (تفرز هذه الانزيمات من عضي في سيتوبلازم الخلية البلعمية الكبيرة يسمي الليسوسوم) الى أجزاء صغيرة داخل الخلية البلعمية الكبيرة

كائن ممرض حامل الأنتيجين
مستقبل
ليسوسوم
نواة
تلتهم الخلية البلعمية الكبيرة الكائن الممرض
تفكك الخلية البلعمية الكبيرة الأنتيجين بواسطة أنزيمات الليسوسوم
تعرض الخلية البلعمية الكبيرة المركب الناتج من ارتباط الأنتيجين مع بروتين التوافق النسيجي MMC على سطح غشائها البلازمي

شكل (١٧) المناعة الخلطية

٣) ثم ترتبط هذه الأجزاء داخل الخلايا البلعمية الكبيرة ببروتين يطلق عليه اسم بروتين التوافق النسيجى MHC.

٤) ثم ينتقل المركب الناتج من ارتباط الانتيجين مع ال MHC الى سطح الغشاء البلازمى للخلايا البلعمية الكبيرة اى يتم عرضه على سطحها الخارجي

(ب) كيف يتم تنشيط الخلايا التائية المساعدة TH

a. تتعرف الخلايا التائية المساعدة TH على هذا الانتيجين من خلال بروتين التوافق النسيجي MHC الموجود على سطح الخلية البلعمية الكبيرة

b. ثم ترتبط عن طريق مستقبلها CD4 الموجود على سطحها بهذا المركب الناتج عن ارتباط الانتيجين ببروتين التوافق النسيجي MHC لتتحول لخلايا تائية مساعدة THمنشطة أي يتم تنشيطها (TH المساعدة المنشطة)

c. بعد ان يتم تنشيطها تقوم الخلايا التائية المساعدة المنشطة (TH المساعدة المنشطة) بأطلاق مواد بروتينية تسمى انترليوكينات

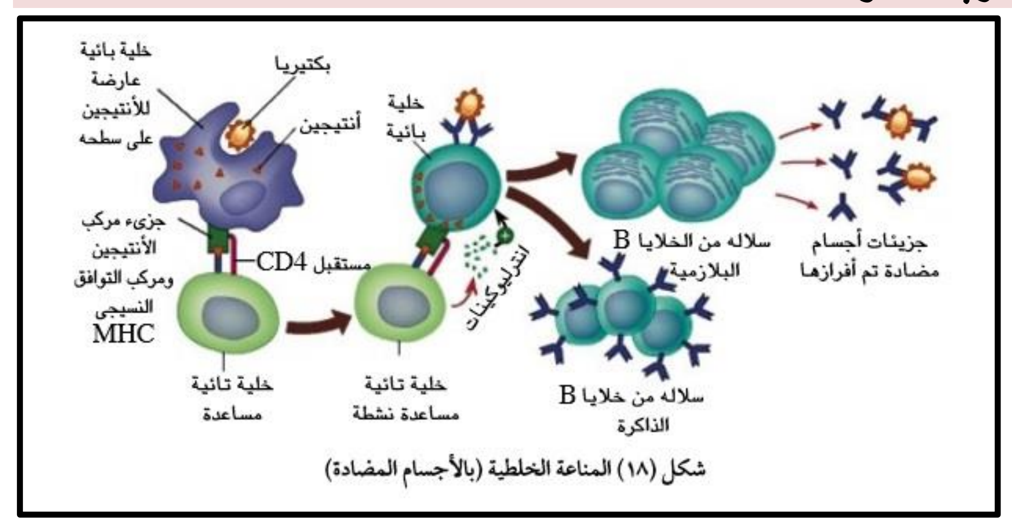
d. تقوم الانترليوكينات بتنشيط الخلايا البائية B التي تحمل على سطحها الانتيجينات المرتبطة مع بروتين التوافق النسيجي MHC (الخطوة الأولى أ)

(ت) كيف يتم انتاج الاجسام المضادة

- تبدأ الخلايا البائية B المنشطة عملها بالانقسام والتضاعف لتتمايز الى خلايا ليمفاوية بائية ذاكرة والعديد من الخلايا البائية البلازمية



- الخلايا البائية البلازمية تنتج كميات كبيرة من الاجسام المضادة التي تدور عبر الاوعية الليمفاوية ومجرى الدم لتحارب العدوى.



شكل (١٨) المناعة الخلطية (بالأجسام المضادة)

- الخلايا الليمفاوية البائية الذاكرة تبقى مدة طويلة ٢٠ – ٣٠ سنة في الدم .... لماذا؟
وذلك حتى تتعرف على نوع الانتيجين السابق إذا ما دخل ثانية الى الجسم حيث تنقسم وتتمايز الى خلايا بائية بلازمية تفرز اجساما مضادة له وبالتالي تكون الاستجابة سريعة

(ث) كيف يتم تدمير الانتيجينات (الكائنات الممرضة)

١) تصل الاجسام المضادة التي انتجتها الخلايا البائية البلازمية الى الدورة الدموية عن طريق الليمف.
٢) ثم ترتبط بالانتيجينات الموجودة على سطح الكائنات الممرضة
٣) يثير ذلك الخلايا البلعمية الكبيرة فتقوم بالتهام هذه الانتيجينات من جديد وهذه العملية تستمر لعدة أيام او أسابيع

١- الخلايا التائية المساعدة لا تستطيع التعرف على الانتيجين الا بعد معالجتة بواسطة الخلايا البلعمية الكبيرة وعرضه على غشائها البلازمى (الغشاء الخارجي) مرتبطا مع جزيئات MCH
٢- يتم التعرف على الانتيجين عن طريق الخلايا البائية B والخلايا البلعمية الكبيرة
٣- الخلايا التائية المساعدة لديها مستقبل يسمي CD4 عن طريقة ترتبط بمركب الانتيجين وال MHC
٤- الخلايا التائية المساعدة المنشطة تطلق الانترليوكينات فى حين لا تستطيع الخلايا التائية المساعدة غير المنشطة اطلاقها
٥- الانترليوكينات هي المسؤولة عن تنشيط الخلايا البائية لتكوين الخلايا الذاكرة البائية والخلايا البائية البلازمية

الاجسام المضادة لا تستطيع تدمير الخلايا المصابة بالفيروسات وذلك لان الاجسام المضادة كبيرة الحجم وبالتالي لا تستطيع الدخول داخل هذه الخلايا لتدمير الفيروسات الموجودة داخلها لذلك يقتصر عمل الاجسام المضادة على السوائل (الدم – الليمف)



١- الاجسام المضادة التي تكونها الخلايا البلازمية تكون غير فعالة بما فيه الكفاية في تدمير الخلايا الغريبة مثل الخلايا المصابة بالفيروس وذلك لان الاجسام المضادة تكون غير قادرة على المرور عبر اغشية الخلايا بسبب جزيئاتها الكبيرة وبالتالي فهي لا تستطيع الوصول الى الفيروس الذي يتكاثر داخل الخلية وفى هذه الحالة يتم مقاومة الخلايا الغريبة بواسطة الخلايا الليمفاوية التائية T

٢- الاجسام المضادة تعمل في الدم والليمف فقط

٣- الخلايا الليمفاوية البائية B بعد تنشيطها تنقسم لتكون عدد كبير من الخلايا البائية B ثم تتمايز هذه الخلايا الى خلايا ذاكرة وخلايا بلازمية (بدون انقسام)

٤- عند دحول نفس الانتيجين الى الجسم مرة أخرى تتعرف علية خلايا الذاكرة البائية ثم تنقسم لتنتج خلايا بلازمية تنتج اجسام مضادة للانتيجين

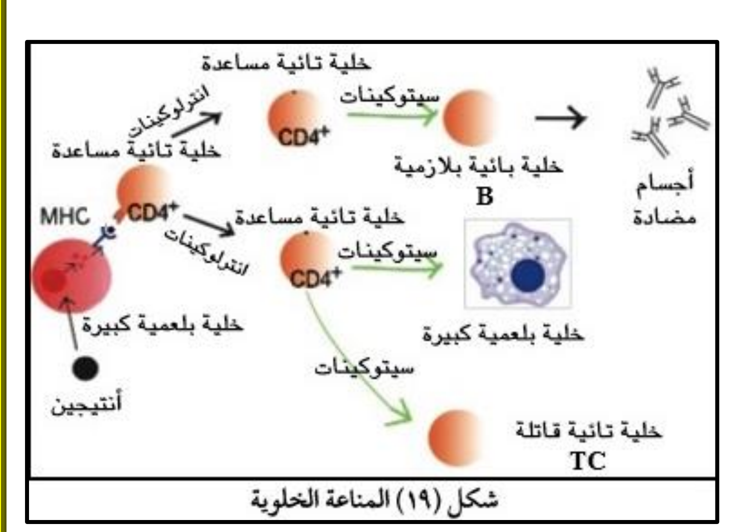
ثانيا: المناعة الخلوية (المناعة بالخلايا الوسيطة)

١- **التعريف:**

هي الاستجابة المناعية التي تقوم بها **الخلايا الليمفاوية التائية T** بواسطة المستقبلات التي توجد على اغشيتها التي تكسبها الاستجابة النوعية للانتيجينات حيث تنتج كل خلية تائية T اثناء عملية النضج نوعا من المستقبلات الخاصة بغشائها **وبذلك فان كل نوع من هذه المستقبلات يمكنه الارتباط بنوع واحد من الانتيجينات**

٢- تتلخص خطوات المناعة الخلوية بالخلايا التائية كالتالي:

١. دور الخلايا البلعمية الكبيرة في التعرف على الانتيجين



شكل (١٩) المناعة الخلوية

١) عند دخول الكائن الممرض (**الانتنيجين**) سواء كان (البكتيريا او الفيروسات) الى الجسم فان الخلايا البلعمية الكبيرة تقوم بابتلاعه ثم تفككه الى أجزاء صغيرة

٢) ثم ترتبط هذه الأجزاء داخل الخلايا البلعمية الكبيرة **ببروتين التوافق النسيجي MHC** فيتكون مركب من الانتيجين وبروتين التوافق النسيجي

٣) ثم بعد ذلك ينتقل المركب الناتج من ارتباط الانتيجين مع ال MHC الى سطح الغشاء البلازمي للخلايا البلعمية الكبيرة أي يتم عرضه

على سطحها الخارجي

٢. تنشيط الخلايا التائية المساعدة TH

١) ترتبط **الخلايا التائية المساعدة TH** عن طريق **مستقبلها CD4** بالمركب الناتج من ارتباط الانتيجين مع ال MHC والذي يظهر على سطح الغشاء البلازمي للخلايا البلعمية الكبيرة عندما تتقابل بمستقبلها CD4 مع هذا المركب.

٢) فيتم **تنشيطها** أي تتحول الى **خلايا تائية TH مساعدة منشطة**

٣. دور الخلايا التائية المساعدة المنشطة TH في المناعة الخلوية

١) تقوم الخلايا التائية المساعدة TH المنشطة **المرتبطة** بمركب الانتيجين والتوافق النسيجي في الخطوة السابقة باطلاق مواد بروتينية تسمي **انترليوكينات** التي **تقوم بتنشيط الخلايا التائية المساعدة TH التى ارتبطت بها والموجودة في الليمف او الدم**

٢) تقوم الخلايا التائية التي تم تنشيطها عن طريق الانترليوكينات **بالانقسام** لتكون **سلالة من الخلايا التائية المساعدة TH المنشطة** و **خلايا TH ذاكرة** التي **تبقى لمدة طويلة في الدم لتتعرف على نوع الانتيجين السابق اذا دخل ثانية للجسم**

٣) كما تقوم **الخلايا التائية المساعدة TH المنشطة** في الخطوة السابقة الموجودة في الدم والليمف بافراز عدة أنواع من **بروتينات السيتوكينات** التي تعمل على:

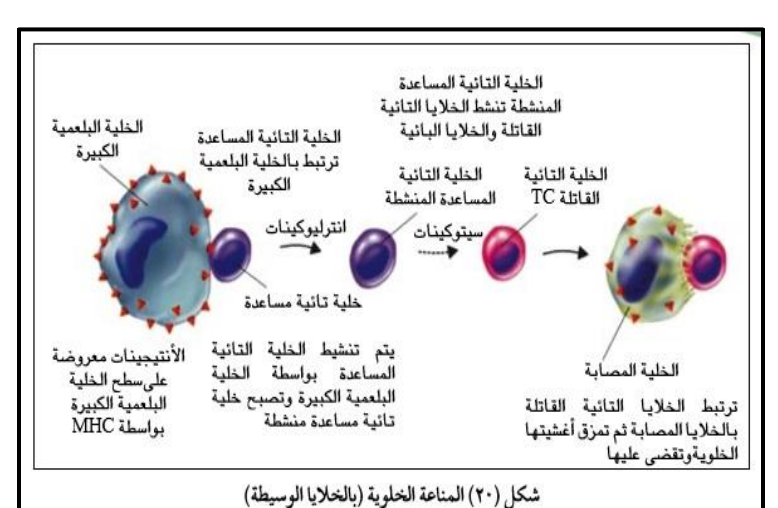
(١) جذب الخلايا البلعمية الكبيرة الى مكان الإصابة بأعداد غفيرة
(٢) تنشيط الخلايا البلعمية الكبيرة والانواع الأخرى من الخلايا الليمفاوية التائية T السامة وكذلك الخلايا البائية B .... ولذلك فهي تنشط آليتي المناعة الخلوية والخلطية
(٣) تنشط الخلايا القاتلة الطبيعية NK لمهاجمة خلايا الجسم غير الطبيعية كالخلايا السرطانية او الخلايا المصابة بالكائنات الممرضة

٤. دور الخلايا التائية القاتلة TC (السامة)

١) تتعرف **الخلايا التائية القاتلة (السامة) TC بواسطة المستقبل CD8** الموجود على سطحها على الاجسام الغريبة سواء كانت **انسجة مزروعة** في الجسم او **انتيجينات الميكروبات** التي تدخل الجسم او **الخلايا السرطانية** وتقضى عليها

٢) عندما ترتبط هذه الخلايا بالانتيجين فأنها تقوم ب:

١. تثقيب غشاء ذلك الجسم الغريب



شكل (٢٠) المناعة الخلوية (بالخلايا الوسيطة)



سواء كان ميكروب او خلايا سرطانية بواسطة افراز بروتين يسمى **البيرفورين (البروتين صانع الثقوب)**

٢. افراز **سموم ليمفاوية** تنشط جينات معينة في نواة الخلايا المصابة مما يؤدى الى تفتيت نواة الخلية وموتها

تثبيط (إيقاف) الاستجابة المناعية

١- بعد ان يتم القضاء على الانتيجينات الغريبة

٢- ترتبط الخلايا التائية المثبطة TS بواسطة المستقبل CD8 الموجود على سطحها مع الخلايا البلازمية والخلايا التائية المساعدة TH والسامة TC فيحفزها هذا الارتباط على افراز **بروتينات الليمفوكينات**

٣- تقوم **بروتينات الليمفوكينات بتثبيط او تكبيت الاستجابة المناعية** او تعطلها مما يؤدى الى:

(١) تتوقف الخلايا البلازمية عن انتاج الاجسام المضادة

(٢) موت الكثير من الخلايا التائية المساعدة المنشطة TH والسامة المنشطة TC

٤- بعض من الخلايا البلازمية والتائية والسامة يختزن في الأعضاء اللمفاوية حيث تبقى هناك مهيأة لمكافحة أي عدوى مماثلة عند الحاجة بعد تثبيط الاستجابة المناعية

مراحل المناعة المكتسبة

١- **التعريف:** هي المناعة التي يقاوم بها الجسم ضد الكائنات الممرضة الجديدة او التي سبق له الإصابة بها

٢- عندما يصاب الانسان **بمرض الحصبة** فانه لا يصاب به مرة أخرى طوال حياته **وذلك لأنه اكتسب مناعة ضد الإصابة بهذا المرض.**

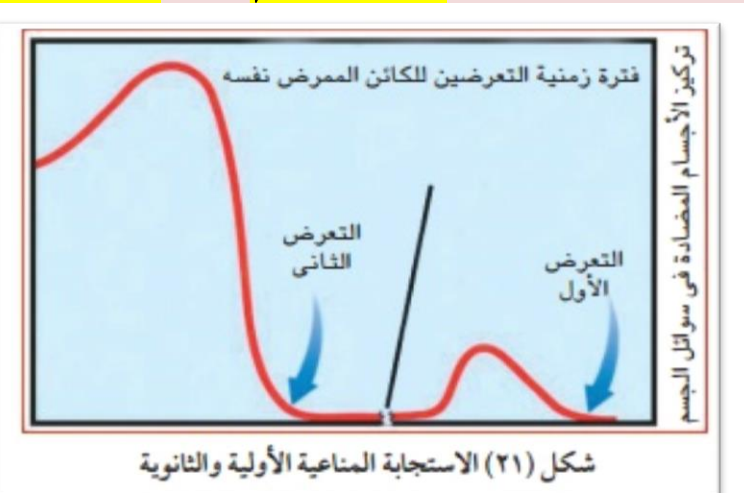
٣- تحدث المناعة المكتسبة على مرحلتين هما:

(أ) المرحلة الأولى: الاستجابة المناعية الأولية.

١. تحدث عندما يستجيب الجهاز المناعي **لكائنا ممرضا جديدا**

٢. تقوم **الخلايا البائية والتائية** بالاستجابة لانتيجينات ذلك الكائن الممرض وتقوم بمهاجمته حتى تقضى عليه (أي تقوم بالاستجابة المناعية الاولي)

٣. تستغرق عملية الاستجابة المناعية الأولى وقتا يصل من ٥ الى ١٠ أيام حتى تصل لاقصى عملية انتاج للخلايا التائية والبائية والتي تكون في حاجة الى التضاعف بشكل كبير لذلك تكون الاستجابة المناعية الاولي بطيئة



شكل (٢١) الاستجابة المناعية الأولية والثانوية

٤. اثناء الاستجابة المناعية الاولي يمكن ان تصبح العدوى واسعة الانتشار في جسم المصاب وتظهر اعرض المرض

٥. اثناء الاستجابة المناعية الاولي تتكون الخلايا الذاكرة البائية والذاكرة التائية وتبقي في الدم

(ب) المرحلة الثانية: الاستجابة المناعية الثانوية.

١. تحدث إذا أصيب نفس الفرد مرة ثانية بنفس الكائن الممرض الذي سبق الإصابة به

٢. الاستجابة المناعية تكون سريعة جدا الى الدرجة التي يتم فيها تدمير الكائن الممرض قبل ان تظهر اعراض المرض

٣. خلايا الذاكرة هي المسؤولة عن الاستجابة المناعية الثانوية حيث تقوم بتخزين معلومات عن الانتيجينات التي حاربها الجهاز المناعي في الماضي.

٤. لا تظهر فيها اعراض المرض حيث يتم تدمير الكائن الممرض بسرعة

٥. فيها يتم تنشيط الخلايا الذاكرة التي تكونت في الاستجابة الاولي

خلايا الذاكرة

١- التعريف: هي نوع من الخلايا الليمفاوية تقوم بتخزين معلومات عن الانتيجينات التي حاربها الجهاز المناعي في الماضي وهى نوعان خلايا ذاكرة بائية B وخلايا ذاكرة تائية T

٢- جسم الانسان يحتوي على الخلايا الذاكرة البائية وخلايا الذاكرة التائية وكلاهما يتكون اثناء الاستجابة المناعية الأولية

٣- الخلايا البائية والتائية لا تعيش الا أيام معدودة ولكن خلايا الذاكرة تعيش عشرات السنين وربما تمتد لطول العمر

٤- اثناء الهجوم الثاني لنفس الكائن الممرض تستجيب خلايا الذاكرة لذلك الكائن الممرض فور دخوله الجسم وتبدأ في الانقسام سريعا وينجم عن نشاطها السريع انتاج العديد من الاجسام المضادة والعديد من الخلايا التائية المساعدة النشطة خلال وقت قصير



الباب الثاني
البيولوجيا الجزيئية
الفصل الأول
الحمض النووي DNA والمعلومات الوراثية



الحمض النووي DNA والمعلومات الوراثية

- جهود العلماء لمعرفة المادة الوراثية للكائن الحي

(١) نواة الخلية هي المسئولة عن انتقال الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء وذلك لأنها تحتوي على وحدات المعلومات الوراثية (الجينات).

(٢) الكروموسومات تحمل الجينات والكروموسومات توجد في نواة الخلية

(٣) الصبغيات (الكروموسومات) هي التي تحمل المعلومات الوراثية لأنها:

١- أثناء الانقسام الميتوزي للخلية تنفصل الصبغيات لمجموعتين متماثلتين.

٢- ينتج عن الانقسام الميتوزي خليتين بكل منهما نفس عدد الصبغيات الموجودة في الخلية الأصلية.

---

(٤) يدخل في تركيب الصبغي مركبان رئيسيان هما :

١- DNA

٢- البروتينات.

(٥) اعتقد العلماء في بادئ الأمر أن البروتينات هي المادة الوراثية وليس DNA وذلك لأن:

١- البروتينات يدخل في تركيبها ٢٠ نوع من الأحماض الأمينية المختلفة والتي تتجمع بطرق مختلفة لتعطى عدداً لا حصر له من المركبات البروتينية المختلفة بما يتناسب مع تنوع الصفات الوراثية.

٢- DNA يدخل في تركيبه ٤ نيوكليوتيدات فقط.

(١) اتضح خطأ هذا الاعتقاد حيث أثبتت الأدلة على ان DNA هو المادة الوراثية لذلك درس العلماء (الأساس الجزيئي للوراثة) والذي يطلق عليه اسم (البيولوجيا الجزيئية).

- ١ الجينات هي وحدات المعلومات الوراثية التي تتحكم في الصفات الوراثية.
- ١ البيولوجيا الجزيئية هي أحد مجالات العلم الحديث الذي يهتم بدراسة الأساس الجزيئي الوراثة (DNA).
- ٢ الصبغيات تحمل الجينات.
- ٤ DNA هو المادة الوراثية ويتكون من ٤ نيوكليوتيدات.
- ٤ البروتين يتكون من ٢٠ حمض أميني.

---

* الأدلة على أن DNA هو المادة الوراثية:

(١) التحول البكتيري.

(٢) لاقمات البكتيريا (البكتيريوفاج)

(٣) كمية DNA في الخلايا.



أولاً: التحول البكتيري

(١) تجربة العالم جريفث

١ – أجرى تجاربه على الفئران مستخدماً نوعين من سلالة البكتريا المسببة للالتهاب الرئوي وهما:

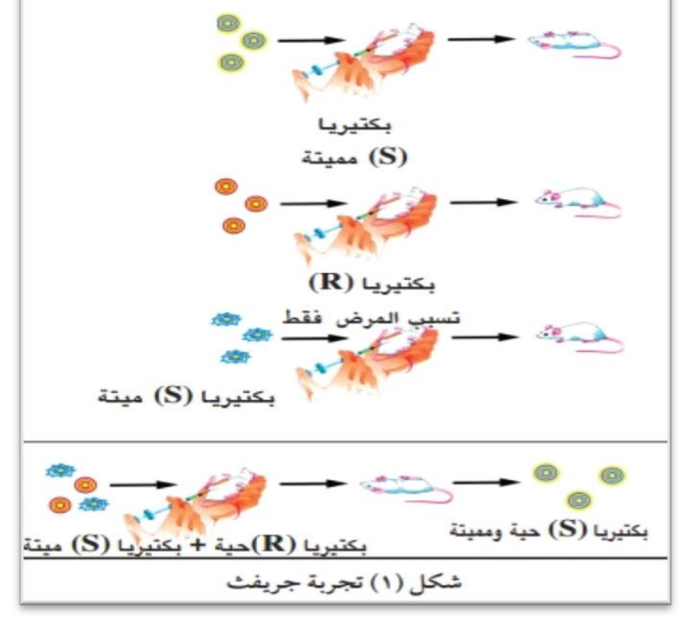
(١) **السلالة المميتة (S)** تسب الالتهاب الرئوي الحاد وتؤدي لموت الفئران.

(٢) **السلالة غير المميتة (R)** تسبب إصابة الفئران بالتهاب الرئوي ولا تسبب موتها.

٢ – حقن مجموعة من الفئران بسلالة البكتريا (S) **ماتت الفئران** بسبب الإصابة بالالتهاب الرئوي الحاد.

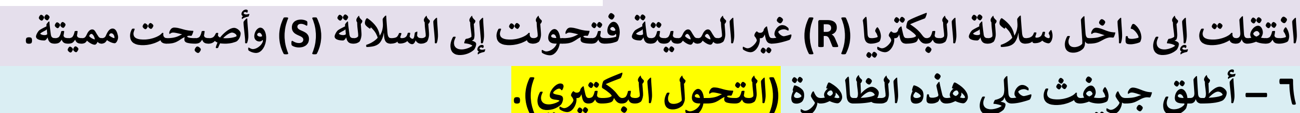
٣ – حقن مجموعة من الفئران بسلالة البكتريا (R) **لم تمت الفئران** ولكنها أصابتها بالالتهاب الرئوي فقط.

٤-حقن الفئران بسلالة البكتريا (S) المقتولة بالحرارة **لم تمت الفئران** لأن البكتريا (S) المقتولة بالحرارة لا تسبب موت الفئران.



شكل (١) تجربة جريفث

٥ – حقن الفئران بسلالة (S) المقتولة حرارياً مع سلالة (R) حية **ماتت بعض الفئران** وذلك لأن المادة الوراثية الخاصة بالسلالة (S) المميتة انتقلت إلى داخل سلالة البكتريا (R) غير المميتة فتحولت إلى السلالة (S) وأصبحت مميتة.



٦ – أطلق جريفث على هذه الظاهرة **(التحول البكتيري)**.

(١)**التحول البكتيري** هو تحول إحدى سلالات البكتيريا إلى سلالة أخرى نتيجة انتقال المادة الوراثية إليها.

(٢)لم يفسر **جريفث** كيفية انتقال المادة الوراثية من السلالة (S) المميتة إلى السلالة (R)غير المميتة.

(٣)ماتت **بعض** الفئران عند حقنها بسلالة S ميته بالحرارة مع سلالة R حية

(٢) تجربة العالم افري وزملاءه:

١- **عزل مادة التحول البكتيري** التي تسببت في تحول البكتريا (R) الغير مميتة إلى السلالة (S) المميتة.



٢- قام بتحليل مادة التحول البكتيري فوجدها تتكون من DNA.

٣- التفسير العام: سلالة البكتريا (R) امتصت DNA الخاص بسلالة البكتريا (S) فاكتسبت خصائصها وانتقلت هذه الصفات إلى الأبناء.

٤- الاعتراض على أن DNA هو المادة الوراثية: DNA الذي سبب التحول البكتيري لم يكن نقي تماماً لأنه يحمل كمية من البروتين يحتمل أن تكون السبب في إحداث التحول البكتيري.

(٣) التجربة الحاسمة:

١- تم معاملة المادة النشطة (DNA + بروتينات) [المادة المنتقلة من البكتيريا S الميتة الى البكتيريا R فى تجربة جريفث السابقة] المسئولة عن التحول البكتيري بإنزيم (دي أكسي ريبونيوكليز) الذي عمل على تحليل DNA تحليلاً كاملاً ولم يؤثر على البروتينات أو RNA.

٢- تم نقل هذه المادة إلى سلالة البكتريا (R) غير المميتة.

٣- لم تتحول سلالة البكتريا (R) غير المميتة إلى السلالة (S) المميتة.

٤- توقفت عملية التحول البكتيري نتيجة غياب المادة DNA التي تحللت.

٥- إذاً DNA هو المادة الوراثية وليس البروتين.

١- انزيم (دي أكسي ريبونيوكليز) يحلل DNA فقط ولا يؤثر على البروتين أو RNA

٢- بعد معاملة المادة النشطة بإنزيم دي اكسي ريبونيوكليز لم تتحول السلالة R الى السلالة S بسبب تحلل ال DNA

٣- المادة التي انتقلت من السلالة S الى السلالة R في تجارب جريفث وايفرى عبارة عن DNA وبروتين و RNA



ثانياً: لاقمات البكتريا (البكتيروفاج)

- الفاج عبارة عن فايروس يهاجم الخلايا البكتيرية مادته الوراثية DNA

(١) تركيب البكتيريوفاج (الفاج):

عبارة عن مادة وراثية (DNA) يحيط بها غلاف بروتيني ممتد ليكون ما يشبه الذيل.

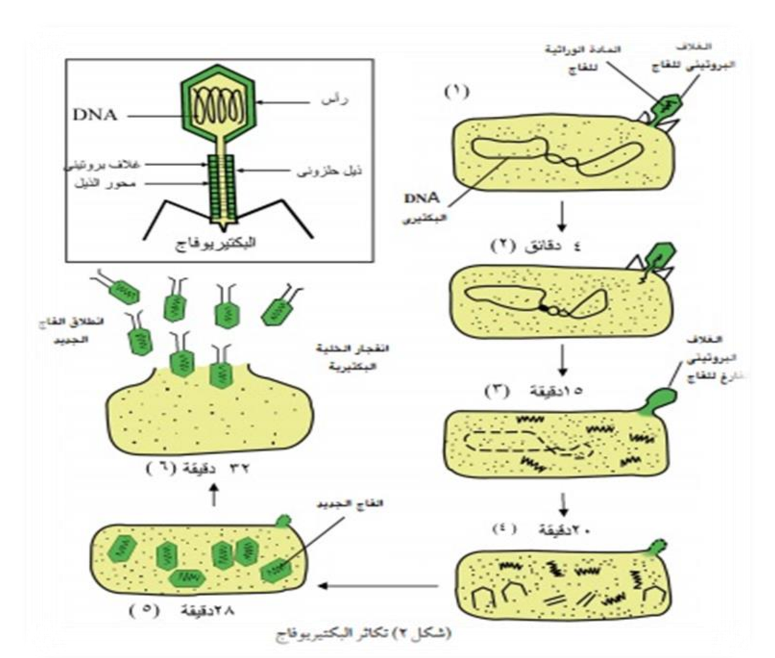
(٢) تكاثر البكتيريوفاج (كيفية إصابة البكتيريوفاج للبكتريا).

١- يهاجم الفيروس الخلية البكتيرية فيتصل بها عن طريق الذيل.

٢- تنفذ المادة الوراثية للفيروس إلى داخل الخلية البكتيرية وتتضاعف أعدادها.

٣- تنفجر الخلية البكتيرية بعد حوالي ٣٢ دقيقة ويخرج منها حوالي ١٠٠ فيروس جديد مكتمل التكوين يهاجم خلايا بكتيرية جديدة.

(٢) انتقلت مادة ما من الفيروس إلى الخلية البكتيرية وهذه المادة تحتوي على المعلومات الوراثية (الجينات) للفيروس.



(شكل ٢) تكاثر البكتيريوفاج

(٤) تجربة هيرشي وتشيس (استخدام الفاج)

- استغل هيرشي وتشيس لإجراء تجاربهما حقائق وهي:

(١) DNA يدخل في تركيبه الفوسفور ولا يدخل في تركيبه الكبريت.

(٢) البروتين يدخل في تركيبه الكبريت ولا يدخل في تركيبه الفوسفور.

- خطوات التجربة:

(١) قاما بترقيم DNA الفيروسي (DNA للبكتيريوفاج) بالفوسفور المشع وترقيم البروتين الفيروسي بالكبريت المشع. وسمحا لهذا الفيروس بمهاجمة البكتريا.

(٢) قاما بالكشف عن كل من الفوسفور المشع والكبريت المشع في داخل وخارج الخلايا البكتيرية.

- المشاهدة:

(١) كل الفوسفور المشع انتقل إلى داخل خلايا البكتيريا. دليل على أن DNA وصل داخل الخلية البكتيرية بالكامل.
(٢) ٣% فقط من الكبريت المشع انتقل إلى داخل خلايا البكتيريا دليل على عدم وصول أغلب البروتين الفيروسي.

- الاستنتاج:

(١) DNA الفيروسي يدخل الخلية البكتيرية ويدفعها لبناء فيروسات جديدة.
(٢) DNA هو المادة الوراثية.

١- DNA ← هو المادة الوراثية لكل من الفاج وسلالات البكتيريا الخاصة بالالتهاب الرئوي.
٢- ليس كل الكائنات الحية مادتها الوراثية هي DNA وذلك لأن هناك بعض الفيروسات مادتها الوراثية هي RNA مثل فيروس الايدز لذلك فهي تشذ عن القاعدة وتمثل جزء صغير من صور الحياة.
٣- كمية الكبريت المشع التي دخلت الخلية البكتيرية ٣% بينما كمية الكبريت المشع التي لم تدخل الخلية البكتيرية ٩٧%
٤- ١٠٠% من الفوسفور المشع دخل الى الخلية البكتيرية

ثالثاً: كمية DNA في الخلايا:

- في حقيقيات النواة وجد أن: -

(١) كمية DNA في أنواع مختلفة من الخلايا الجسدية للدجاج (مثل الريش والعرقوب والاجنحة والبطن) متساوية بينما كمية البروتين غير متساوية.

(٢) كمية DNA في الخلايا الجنسية (الأمشاج) تعادل نصف كمية DNA في الخلايا الجسدية لنفس الكائن. بينما البروتين لا يشترط أن تكون كميته أقل في الخلايا الجنسية ...... وذلك لأن الفرد الجديد (٢ن) ينشأ من اتحاد مشيج مذكر (١ن) مع مشيج مؤنث (١ن) لذلك يجب أن يحتوي كل مشيج على نصف المعلومات الوراثية الموجودة في الخلية الجسدية وإلا فإن المادة الوراثية ستتضاعف في كل جيل. ولا ينطبق ذلك على البروتين.

(٣) البروتين وجزئيات RNA يتم هدمها وإعادة بنائها باستمرار داخل الخلايا بينما DNA يكون ثابت بشكل واضح في الخلية أي لا يتحلل.



(١) الخلايا التالية تحتوي على نصف عدد جزئيات DNA (١ن)

١-فى الإنسان الخلايا المنوية الثانوية – الطلائع المنوية – الحيوانات المنوية – البويضة – الخلايا البيضية الثانوية - الاجسام القطبية – النواة الانبوبية

٢ – في النبات حبة اللقاح – النواة الأنبوبية – النواة المولدة – البيضة – الخلايا المساعدة – الخلايا السمتية – النواتان القطبيتان – انبوبة اللقاح

(٢) إذا كانت نصف كمية DNA في النواة الأنبوبية لحبة اللقاح = س فكم تكون نسبة DNA في الخلايا الميرستيمية؟

بما ان نصف DNA = س

إذا كل DNA= ٢س.

بما ان الخلايا الميرستيمية جسدية.

النواة الأنبوبية خلايا جنسية = ٢ س.

DNA الخلايا الميرستيمية = ضعف كمية DNA في الخلايا الجنسية.

DNA في الخلايا الميرستيمية = (٤س)

(٣) نسيج الاندوسبرم النباتي ٣ن (ثلاثي العدد الصبغي)

(٤) الخلايا الجسدية في الانسان مثل الكبد والجلد والشعر والخلايا البينية وخلايا الخصية و سرتولي ٢ن

.... الخلايا الجسدية في النبات مثل التويج والساق والجذر ٢ن

الدرس الثاني

الحمض النووي DNA

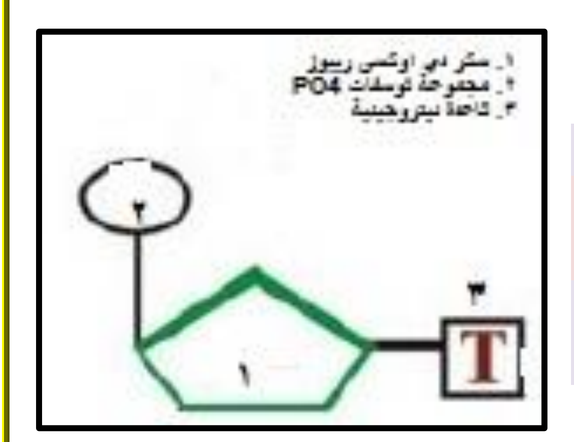
(١) تركيب DNA

- يتركب شريطي DNA من نيوكليوتيدات
- كل نيوكليوتيدة تتكون من ثلاثة مكونات:

١-سكر خماسي الكربون يسمي ديوكسي ريبوز

٢-مجموعة فوسفات P مرتبطة بذرة الكربون رقم (٥) في السكر الخماسي برابطة تساهمية.

٣-قاعدة نيتروجينية ترتبط برابطة تساهمية بذرة الكربون رقم (١) في السكر الخماسي.



- هناك ٤ أنواع من القواعد النيتروجينية وهي تكون إحدى مشتقات:

(١) البيريميدينات: مركبات ذات حلقة واحدة مثل (الثايمين T- السيتوزين C)

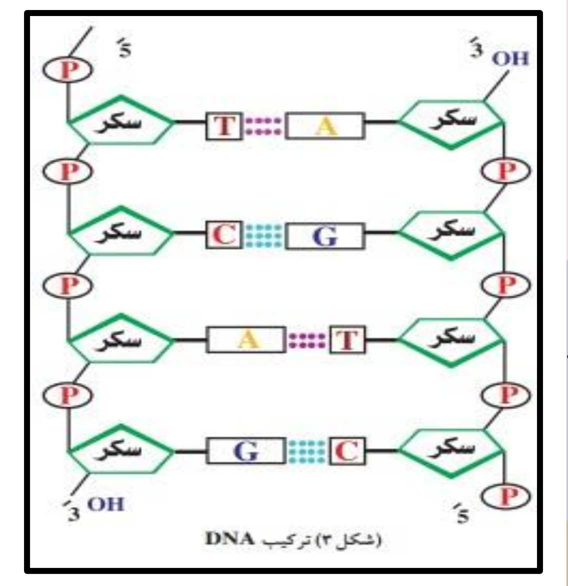
(٢) البيورينات: : مركبات ذات حلقتين مثل (الأدينين A - الجوانين G)

(٢) ارتباط النيوكليوتيدات ببعضها فى شريط DNA

١) مجموعة الفوسفات (P) المتصلة بذرة الكربون رقم (٥) فى سكر أحد النيوكليوتيدات ترتبط برابطة تساهمية بذرة الكربون رقم (٣) فى سكر النيوكليوتيده التالية والشريط الذي يتبادل فيه السكر والفوسفات يطلق عليه (هيكل السكرفوسفات).

٢) هيكل سكر الفوسفات غير متماثل لأن به مجموعة فوسفات حرة مرتبطة بذرة الكربون رقم (٥) فى السكر الخماسي عند إحدى نهاياته ومجموعة هيدروكسيل (OH) حرة مرتبطة بذرة الكربون رقم (٣) فى السكر الخماسي عند النهاية الأخرى.

٣) قواعد البيورين و البيريميدين تبرز على جانب واحد من هيكل السكر فوسفات



(شكل ٣) تركيب DNA



يتساوى عدد القواعد النيتروجينية في جزئ DNA حيث:

١- عدد النيوكليوتيدات المحتوية على الأدينين مساوية لتلك المحتوية على الثايمين (A = T).

٢- عدد النيوكليوتيدات المحتوية على الجوانيين مساوية لتلك المحتوية على السيتوزين (G = C)

٣- A + G = T + C

مسائل

اذا كان لديك عينة من DNA نسبة الادينين بها ٢٠% احسب نسبة كلا من الثايمين والسيتوزين و الجوانين

الحل

بما ان الادينين = ٢٠%

و الادينين = الثايمين

اذا الثايمين= ٢٠%

اذا السيتوزين = الجوانين = ١٠٠% - (٢٠% ادينين + ٢٠ % ثايمين)

= ١٠٠% - ٤٠% = ٦٠%

اذا السيتوزين = ٦٠ / ٢ = ٣٠%

اذا الجوانين = ٦٠ / ٢ = ٣٠ %

الأدلة المباشرة على تركيب DNA

أولا: دراسات فرانكلين

١- جاء الدليل المباشر على تركيب DNA من دراسات فرانكلين وذلك لأنها استخدمت تقنية حيود أشعة (X) في الحصول على صور لبلورات من DNA عالي النقاوة حيث قامت ب:

(١) إمرار أشعة (X) خلال بلورات من جزيئات DNA ذات تركيب منتظم.

(٢) نشأ عن ذلك تشتت لأشعة (X) وظهور طراز من توزيع نقط يعطي تحليلها معلومات عن شكل جزيء DNA.

٢- نتائج الدراسات التي قامت بها فرانكلين على تركيب جزيء DNA قامت بنشر صور لـ DNA عالي النقاوة عام ١٩٥٢م أوضحت فيها ان:

(١) جزئ DNA ملتف على شكل لولب أو حلزون بحيث تكون القواعد متعامدة على طول الخيط.
(٢) هيكل السكر فوسفات يوجد في الجهة الخارجية من اللولب والقواعد النيتروجينية توجد جهة الداخل.
(٣) قطر اللولب يدل على أنه يتكون من أكثر من شريط من DNA.

ثانياً: نموذج واطسون وكريك لتركيب DNA

١-يتركب هذا النموذج من شريطين من DNA يرتبطان كالسلم حيث:
(١) يمثل هيكلاً السكر والفوسفات جانبي السلم.
(٢) تمثل القواعد النيتروجينية درجات السلم.

٢ – يتكون الدرج (درجات السلم) من إحدى الحالتين التاليتين بالتبادل:
(١) ارتباط قاعدة الأدينين (A) مع قاعدة الثايمين (T) ب رابطتان هيدروجينيتان (A=T).
(٢) ارتباط قاعدة الجوانين (G) مع قاعدة السيتوزين (C) ب ثلاث روابط هيدروجينية (G ≡ C).

٣ – عرض درجات السلم يكون متساوي على امتداد الجزيء. ويكون شريطي DNA على نفس المسافة من بعضهما ... علل ... لأن كل درج يتكون من قاعدة ذات حلقة واحدة (البريميدين) وأخرى ذات حلقتين (البيورين).

٤-شريطي DNA أحدهما فى وضع معاكس للآخر حيث يكون أحد الشريطين اتجاهه ($5^- \leftarrow 3^-$) بينما الشريط المقابل اتجاهه ($3^- \leftarrow 5^-$) بمعنى أن مجموعة الفوسفات الطرفين المتصلة بذرة الكربون رقم (٥) فى السكر الخماسي في شريط DNA تكون عند الطرفين المعاكسين .... علل .... وذلك حتى تكون الروابط الهيدروجينية بين زوجي القواعد النيتروجينية بشكل سليم.

٥- يلتف سلم DNA ككل بحيث تتكون كل لفة على الشريط الواحد من ١٠ نيوكليوتيدات ليتكون لولب أو حلزون DNA. ويتكون اللولب من شريطين يلتفان حول بعضهما البعض لذا يسمى جزئ DNA (باللولب المزدوج)

٦- تتكون اللفة الواحدة من DNA من عدد قدرة (٢٠ نيوكليوتيدة)

شكل (٤) اللولب المزدوج



١- لو اعطي عدد القواعد يساوى ٢٠ قاعدة مثلا وطلب عدد اللفات نقوم بالقسمة على ٢٠
٢- لو اعطي عدد ازواج القواعد يساوي ٢٠ وطلب اللفات نقسم على ١٠
٣- لو اعطي عدد الفات يساوى ٢٠ وطلب عدد النيوكليوتيدات على الشريط الواحد نضرب في ٢٠ ثم نقسم الناتج على ٢
٤- لو اعطي عدد اللفات ٢٠ وطلب عدد القواعد نضرب في ٢٠
٥- لو اعطي عدد اللفات وطلب عدد ازواج القواعد نضرب في ١٠
٦- لو اعطي عدد القواعد ١٠٠٠ وطلب عدد القواعد على الشريط الواحد نقسم على ٢

اللولب المزدوج هو اسم يطلق على جزئ DNA لأنه يتكون من شريطين يلتفان حول بعضهما البعض.

(١) عدد القواعد البيورينية = القواعد البيريميدينية.

A = T ، G = C في جزئ DNA

$\frac{A}{T} = \frac{G}{C} = ١$

(٢) نسبة القواعد البيورينية : القواعد البيريميدينية = ١ : ١

أي أن إذا كانت نسبة كل القواعد النيتروجينية ((A + G + T + C = ١٠٠%

∴ G + A (٥٠%) = T + C (٥٠%) = ١: ١

∴ $\frac{G + A}{C + T} = ١$

(٣) عدد النيوكليوتيدات فى اللفة الواحدة يساوى ٢٠ على الشريطين ... ويساوى ١٠ على الشريط الواحد

مسائل

١- اذا كان لديك جزئ DNA يتكون من ١٠٠ لفه اوجد عدد النيوكليوتيدات على الجزئ

الحل

عدد النيوكليوتيدات على الشريطين = ١٠٠ * ٢٠ = ٢٠٠٠ نيوكليوتيدة

عدد النيوكليوتيدات على الشريط = ٢٠٠٠ / ٢ = ١٠٠٠ نيوكليوتيدة

٢- اذا كان لديك جزئ DNA يتكون من ١٠٠ لفة اوجد عدد ازواج النيوكليوتيدات على الجزئ

الحل

عدد ازواج النيوكليوتيدات علي الشريطين = ١٠٠ * ١٠ = ١٠٠٠ زوج نيوكليوتيدات



عدد ازواج النيوكليوتيدات على الشريط = ١٠٠٠ زوج / ٢ = ٥٠٠ زوج نيوكليوتيدة

٣- اذا كان لديك جزئ DNA يتكون من ١٠٠٠ نيوكليوتيدة اوجد عدد اللفات

الحل

عدد اللفات = ١٠٠٠ / ٢٠ = ٥٠ لفة

٤- اذا كان لديك جزئ DNA يتكون من ١٠٠٠ زوج نيوكليوتيدات اوجد عدد اللفات

الحل

عدد اللفات = ١٠٠٠ / ١٠ = ١٠٠ لفة

او

= ١٠٠٠ * ٢ /٢٠ = ١٠٠ لفة

تضاعف DNA

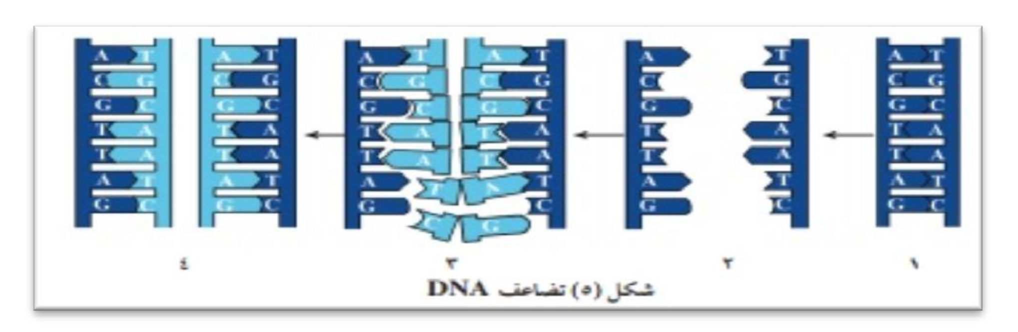
(١) تتضاعف جزيئات DNA في الخلية **قبل أن تبدأ في الانقسام** وذلك حتى تستقبل كل خلية جديدة نسخة طبق الأصل من المعلومات الوراثية الخاصة بالخلية الأم.

(٢) أشار واطسون وكريك إلى أن شريطي DNA يحتويان على قواعد نيتروجينية **متكاملة**. أي أن كل تتابع للنيوكليوتيدات في كل شريط **يوفر المعلومات اللازمة لبناء شريط مقابل له ومتكامل معه**. أي أن كل شريط DNA قديم يعمل **كقالب** لبناء شريط DNA جديد يتكامل معه.

مثال:

الشريط الأول (القالب الاصلي)	(5 ..... A – A – T – C – C .... 3)
الشريط المكمل (القالب المعاكس)	(3 ..... T – T - A – G – G .... 5)

(٣) إذا تم فصل شريط DNA عن بعضهما البعض فإن أياً منهما يمكن أن يعمل كقالب لإنتاج الشريط الذي يتكامل معه.



شكل (٥) تضاعف DNA

الإنزيمات وتضاعف DNA

- يتطلب نسخ DNA تكامل نشاط عدد من الإنزيمات والبروتينات في الخلية حسب الخطوات التالية:

(١) ينفك التفاف اللولب المزدوج حتي تتمكن الانزيمات من القيام بعملها

(٢) تتحرك (إنزيمات اللولب) على امتداد اللولب المزدوج فاصلة الشريطين عن بعضهما عن طريق كسر الروابط الهيدروجينية بين القواعد المتزاوجة فى كلا الشريطين.

(٣) يبتعد الشريطان عن بعضهما لتتمكن القواعد من تكوين روابط هيدروجينية مع نيوكليوتيدات جديدة.

(٤) تقوم إنزيمات البلمرة ببناء أشرطة جديدة حيث:


(أ) في حالة الشريط (3 ← 5^-) الأصلي القالب.

تقوم انزيمات البلمرة بإضافة نيوكليوتيدات جديدة الواحدة بعد الأخرى من البداية (٥)← إل النهاية (-3) لشريط DNA الجديد ويتم ذلك بعد أن تتزاوج القاعدة النيتروجينية في النيوكليوتيدة الجديدة مع القاعدة النيتروجينية الموجودة على شريط القالب.

(ب) في حالة الشريط (-5 ← -3) الأصلي المعاكس:

تقوم انزيمات البلمرة ببناء قطع صغيرة من شريط DNA الجديد فى اتجاه (-5←3^-) ثم ترتبط هذه القطع مع بعضها بواسطة انزيمات الربط وذلك لأن إنزيم البلمرة لا يعمل فى اتجاه (3^- ← 5^-)

يعمل انزيم البلمرة فى اتجاه واحد فقط وهو من الطرف (5^-) إلى الطرف (3^-) للشريط الجديد لذلك فهو:

(أ) يصلح لبناء الشريط المكمل للشريط القالب (3^- ← 5^-)

(ب) لا يصلح لبناء الشريط المكمل للشريط المعاكس (5^- ← 3^-)

تضاعف DNA في أوليات النواة	تضاعف DNA في حقيقيات النواة



DNA ينتظم فى شكل صبغيات حيث يحتوي كل صبغي على جزيء واحد فقط من DNA يمتد من أحد طرفيه إلى الطرف الآخر ويبدأ نسخ جزيء DNA من عند أي نقطة على امتداده	DNA يوجد فى السيتوبلازم على هيئته لولب مزدوج يلتحم طرفيه معاً ويتصل بالغشاء البلازمي للخلية عند نقطة ما يبدأ عندها نسخ جزيء DNA

اصلاح عيوب DNA

(١) كل المركبات البيولوجية التي توجد فى الخلية على شكل بوليمرات معرضة للتلف ومنها DNA.

(٢) البوليمرات

هي مركبات طويلة تتكون من حدات بنائية متكررة مثل النشا والبروتين والأحماض النووية DNA.

(٣) تفقد الخلية البشرية يومياً حوالي (٥٠٠٠) قاعدة بيورينية (أدينين و جوانين) من DNA الموجود بها.

(٤) أسباب تلف DNA (أسباب تلف المركبات البيولوجية):

(أ) البيئة المائية داخل الخلية.
(ب) المركبات الكيميائية.
(ج) الاشعاع.
(د) الحرارة وهي تعمل على كسر الروابط التساهمية التي تربط السكريات الخماسية.

(٥) تأثير تلف DNA:

(أ) أي تلف في جزيء DNA يمكن أن يحدث تغييراً في المعلومات الوراثية الموجودة عليه مما ينتج عنه تغيرات خطيرة في بروتينات الخلية.
(ب) لا يستمر من هذه التغيرات سوى تغييران أو ثلاثة كل عام وتكون لها صفة الدوام وذلك لأن الغالبية العظمى من هذه التغيرات تزال بكفاءة عالية نتيجة نشاط مجموعة من الإنزيمات (٢٠ إنزيم) تعمل على إصلاح عيوب DNA وهي (إنزيمات الربط).

(٦) ميكانيكية إصلاح عيوب DNA:

(أ) تقوم إنزيمات الربط بالتعرف على المنطقة التالفة في DNA
(ب) تقوم انزيمات الربط بإصلاحها وذلك باستبدال النيوكليوتيدة التالفة بنيوكليوتيدة جديدة تتزاوج مع تلك الموجودة بالشريط المقابل للجزء التالف.

* وبذلك يظل تركيب DNA ثابت عند انتقاله للأجيال التالية.
* لذلك إنزيمات الربط تلعب دور هام في إصلاح عيوب DNA وفى الثبات الوراثي للكائنات الحية.

(٧) الشروط اللازم توافرها لإصلاح عيوب DNA:

(أ) وجود نسختين من المعلومات الوراثية واحدة على كل من شريطي اللولب المزدوج.

(ب) وجود شريط من الشريطين دون تلف لتستطيع إنزيمات الربط استخدامه كقالب لإصلاح التلف الموجود على الشريط المقابل.

(١) أي تلف يمكن اصلاحه إلا إذا حدث هذا التلف في الشريطين في نفس الوقت ونفس الموقع.

(٢) المادة الوراثية لبعض الفيروسات توجد في صورة شريط مفرد من RNA مثل الايدز

← لذلك يظهر بها معدل مرتفع من التغير الوراثي الذي ينشأ عن تلف فى شريط RNA وبالتالي يزيد معدل الطفرات في هذه الفيروسات.

(٣) اللولب المزدوج يعتبر حيوياً فى الثبات الوراثي للكائنات الحية؟

← (أ) اللولب المزدوج يحتوي على نسختين من المعلومات الوراثية واحدة على كل شريط من شريطي اللولب المزدوج.

(ب) طالما ظل أحد هذين الشريطين دون تلف تستطيع إنزيمات الربط أن تستخدمه كقالب لإصلاح التلف الموجود على الشريط المقابل.

(ج) إذا كان هناك شريط واحد من الحمض النووي كما في بعض الفيروسات وحدث تلف في هذا الشريط فيؤدي إلى تغيرات مستديمة في التركيب الوراثي للفرد أو حدوث طفرات



DNA في أوليات و حقيقيات النواة

أولاً: DNA في أوليات النواة:

(١) **أوليات النواة** ← هي كائنات حية لا تحاط المادة الوراثية فيها بغشاء نووي بل توجد حرة في السيتوبلازم مثل البكتريا.

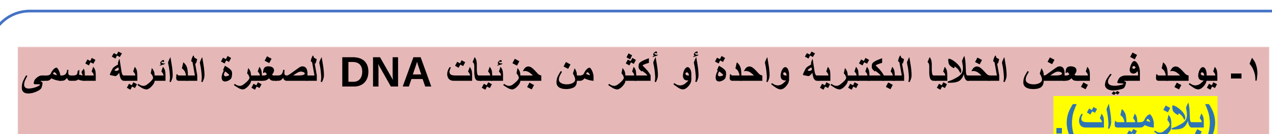
(٢) DNA في بكتريا ايشيريشيا كولاي كمثال لأوليات النواة.

(أ) DNA على شكل لولب مزدوج تلتحم نهاياته معاً.

(ب) DNA لو تم فرده يصل طوله ١.٤ مم. بينما يصل طول الخلية البكتيرية نفسها إلى حوالي ٢ ميكرون.

(ج) يلتف جزئ DNA حول نفسه عدة مرات ليحتل منطقة نووية مساحتها ٠.١ من حجم الخلية.

(د) يلتحم DNA بالغشاء البلازمي للخلية في موقع أو أكثر.



١- يوجد في بعض الخلايا البكتيرية واحدة أو أكثر من جزئيات DNA الصغيرة الدائرية تسمى (بلازميدات).

٢- **البلازميدات** ← هي جزئيات صغيرة دائرية من DNA لا تتعقد بوجود البروتين معها.

أهمية البلازميدات

(أ) تستخدم في نطاق واسع في الهندسة الوراثية حيث تتضاعف أثناء تضاعف DNA الرئيسي.

(ب) يستغل العلماء هذا التفاعل بإدخال بلازميدات صناعية إلى داخل الخلايا البكتيرية بهدف الحصول على نسخ كثيرة من هذه البلازميدات.

٣- البلاستيدات الخضراء والميتوكوندريا يوجد بها DNA يشبه الموجود في أوليات النواة ..... لذلك اعتقد العلماء أنها أوليات نواة متطفلة داخل حقيقيات النواة.

٤- توجد بلازميدات في خلايا فطر الخميرة وهو من حقيقيات النواة.

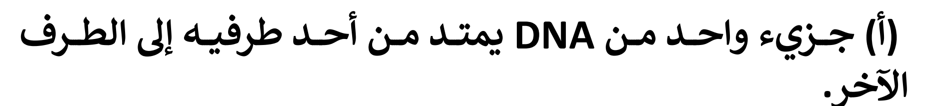


ثانياً: DNA في حقيقيات النواة:

(١) حقيقيات النواة

هي كائنات حية تحاط فيها المادة الوراثية بغشاء نووي وينتظم بها DNA في صورة صبغيات.

(٢) تحتوي كل خلية جسدية في جسم الإنسان على ٤٦ صبغي.



(٣) تركيب الصبغيات:



(أ) جزيء واحد من DNA يمتد من أحد طرفيه إلى الطرف الآخر.

(ب) يلتف جزيء DNA ويطوى عدة مرات ويرتبط بالعديد من البروتينات مكوناً (الكروماتين) الذي يحتوي عادة على كميات متساوية من DNA والبروتين.



الكروماتين_هو جزيء واحد من DNA يلتف ويطوي عدة مرات مرتبطاً بالعديد من البروتينات قبل الانقسام

الكروموسوم هو جزئ واحد من DNA يلتف ويطوي عدة مرات مرتبطا بالعديد من البروتينات اثناء الانقسام

(جـ) أنواع البروتينات التي تدخل في تركيب الصبغي:

	البروتينات الهيستونية	البروتينات غير الهيستونية
التعريف	مجموعة محددة من البروتينات التركيبية الصغيرة	مجموعة غير متجانسة من البروتينات (تركيبية – تنظيمية)
التركيب	تحتوي على قدر كبير من الحمضين الأمينيين القاعديين الأرجينين والليسين وتوجد بكمية ضخمة في كروماتين أي خلية.	تتكون من بروتينات تركيبة وتنظيمية كميتها أقل في كروماتين أي خلية.

الوظيفة	(١) تـرتبط الاحمـاض الامينيـة الارجينـين والليسـين بقـوة مـع مجموعـات الفوسـفات السـالبة فى جـزئ DNA وذلـك لأن مجموعـة الألكيـل R الجانبيـة للحمضـين الأمينيـن الارجينين والليسين تحمـل شـحنات موجبـة عند الأس الهيدروجيني (PH) العادي للخلية. فيحـدث تـرابط قـوي يـؤدي لالتفـاف DNA حـول البروتـين الهسـتوني التركيـبي مكـون حلقات من النيوكليوسومات (٢) النيوكليوسـومات مسـئولة عـن تقصـير جزئ DNA (١٠) مرات عن طريق تكوين حلقات من النيوكليوسومات.	(١) البروتينـات التركيبيـة غـير الهيسـتونية تلعب دوراً رئيسياً فى التنظيم الفراغي لجزيء DNA داخل النواة كما أنها مسئولة عن تقصير جزئ DNA حوالي (١٠٠٠٠٠) مرة عن طريق الكروماتين المكدس / المكثف (٢) البروتينـات التنظيميـة غـير الهيسـتونية تحدد ما إذا كانت شفرة DNA ستستخدم في بناء RNA والبروتينات والإنزيمات أم لا.

تكثيف DNA (آلية تقصير الصبغيات حتى تستوعبها نواة الخلية):

(١) الخلية الجسدية للإنسان تحتوي على ٤٦ صبغي (٤٦ جزئ من DNA).

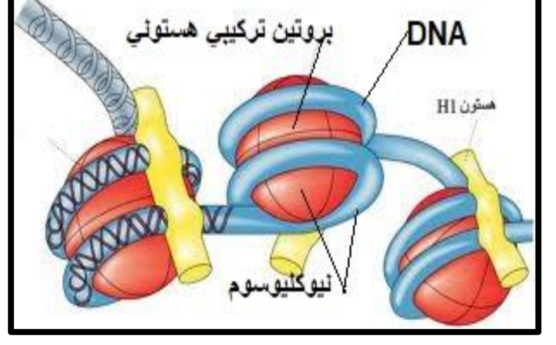
(٢) إذا أمكن فك اللولب المزدوج لجزيء DNA في كل صبغي ووضعت على امتداد بعضها لوصل طولها إلى ٢ متر

(٣) لذلك يتم تكثيف أو ضم هذه الجزيئات بالهيستونات وغيرها من البروتينات لتقع في حيز نواة الخلية التي يتراوح قطرها من (٢ : ٣) ميكرون.

(٤) خطوات تكثيف DNA:

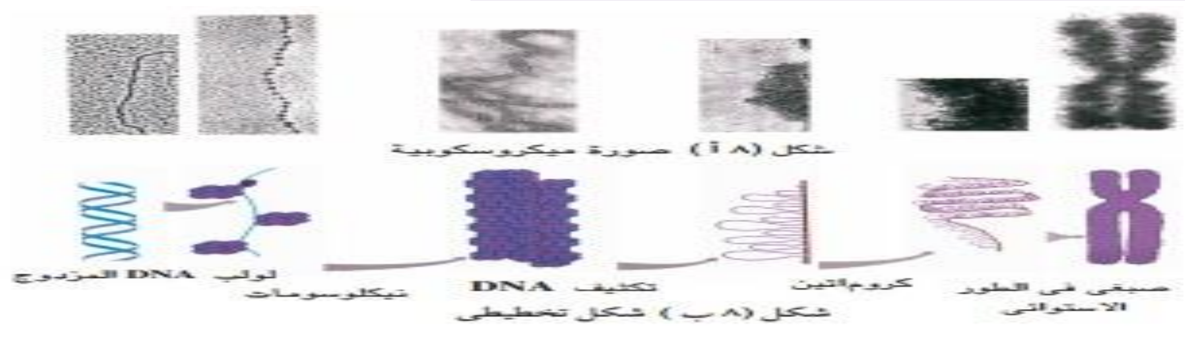
- أوضح التحليل البيو كيميائى وصور المجهر الالكترونى أن DNA يتكاثف كالتالي:

(أ) يلتف جزىء DNA حول مجموعات من البروتينات الهيستونية مكوناً حلقات من النيوكليوسومات. وهذا يقصر جزئ DNA عشر مرات ولكن لابد من أن يقصر جزئ DNA حوالي (١٠٠٠٠٠) مرة حتى تستوعبه النواة.



(ب) تلتف حلقات النيوكليوسومات لتنضم مع بعضها البعض ولكن هذا لا يكفى لتقصير جزئ DNA إلى الطول المطلوب.

(ج) ترتب أشرطة النيوكليوسومات الملتفة بشد ة على شكل حلقة كبيرة بواسطة البروتينات التركيبية غير الهيستونية مكونة بذلك الكروماتين المكثف (الملتف أو المكدس)



(١) **النيوكليوسومات** هي حلقات في الصبغي تتكون من التفاف جزئ DNA حول مجموعة من البروتينات الهيستونية وذلك لتقصير جزئ DNA عشر مرات.

(٢) **الكروماتين المكدس / المكثف** هو كروماتين مكدس وفيه تلتف أشرطة النيوكليوسومات حول البروتينات غير الهيستونية التركيبية لتكوين حلقة كبيرة من الكروماتين المكدس بشدة حتى يقصر جزئ DNA (١٠٠.٠٠٠) مرة.

(٣) يتعين فك التفاف جزئ DNA إلى مستوى شريط من النيوكليوسومات قبل أن يعمل DNA كقالب لبناء DNA او RNA. لأنه عندما يكون DNA في صورة كروماتين مكثف لا تصله الانزيمات الخاصة بتضاعفه.

تركيب المحتوى الجيني

(١) **المحتوى الجيني للفرد** هو كل الجينات أو DNA الموجودة في خلية هذا الفرد.

(٢) عام ١٩٧٧م توصل الباحثون إلى طريقة يمكن بها تحديد تتابعات النيوكليوتيدات في جزيئات RNA وDNA مما أدى إلى معرفة ترتيب الجينات داخل جزيئات DNA في الخلية.

(٣) DNA يحتوي على جينات تحمل التعليمات اللازمة لـ :

(أ) بناء المركبات البروتينية.

(ب) تتابع النيوكليوتيدات التى ينسخ منها جزيئات RNA الريبوسومى الذي يدخل فى بناء الريبوسومات.

(ج) تتابع النيوكليوتيدات التي ينسخ منها جزئ RNA الناقل الذي يحمل الأحماض الأمينية أثناء بناء المركبات البروتينية.

(٤) تعرف الباحثون على العديد من أجزاء DNA التي لا تمثل شفرة لبناء RNA أو البروتينات.

الجينات في أوليات النواة	الجينات في حقيقيات النواة
تمثل الجينات المسئولة عن بناء RNA والبروتينات معظم المحتوى الجيني	أقل من ٧٠% من الجينات مسئول عن بناء البروتينات وRNA وباقي الجينات (أكثر من ٣٠%) غير معلوم الوظيفة

(٥) DNA المتكرر:

توجد معظم جينات المحتوى الجيني فى الخلية بنسخة واحدة إلا أن بعض التتابعات يوجد منها نسخ متكررة مثل:

(أ) جينات بناء المواد التي تحتاجها الخلية بكميات كبيرة مثل جينات بناء (RNA الريبوسومي) و (الهيستونات) وذلك لأن تكرارها بأعداد كبيرة يساعد على سرعة إنتاج الخلية للريبوسومات و الهيستونات فى حقيقيات النواة.

(ب) تتابعات لقواعد نيتروجينية على DNA متكررة ولا تمثل شفرة معينة كتتابع النيوكليوتيدات القصير (A-G-A -A-G) في الدروسوفيلا الذي تكرر ١٠٠٠٠٠٠ مرة في منتصف أحد الصبغيات ولا يمثل شفرة.



(٦) أجزاء أخرى من DNA ليست بها شفرة:

(أ) **الحبيبات الطرفية** الموجودة عند أطراف بعض الصبغيات لا تحتوي على شفرة.

(ب) كمية كبيرة من DNA في المحتوى الجيني لحقيقيات النواة لا تمثل شفرة وذلك لأن

(١) كميـة DNA في المحتـوى الجيـني لـيس لهـا علاقـة بمقـدار تعقـد الكـائن الـحي أو عـدد البروتينات التي يكونها.

(٢) كمية صغيرة من DNA في النبات والحيوان هي التي تحمل شفرة بناء البروتينات.

مثال: (السلمندر محتواه الجيني يعادل ٣٠ مرة قدر المحتوى الجيني للإنسان ومع ذلك ينتج

	DNA في أوليات النواة	DNA في حقيقيات النواة
الشكل	- لولب مزدوج ملتحم الأطراف ويتصل بالغشاء البلازمي عند نقطة أو أكثر	- لولـب مـزدوج لا تلـتحم أطرافـه وينتظم في صورة صبغيات
التواجد	- يوجد في السيتوبلازم.	- يوجد داخل النواة في صور صبغيات محاط بالغشاء النووى
التعقد بالبروتين	- غير معقد بالبروتين	-معقـد بـالبروتين الهيسـتونى وغـير الهيستوني
الشفرة الوراثية	- معظمة يحمل شفرة وراثية.	- بعضه لا يحمل شفرة وراثية
التضاعف	- يبـدأ مـن نقطـة اتصـاله مـع الغشـاء البلازمي.	- يبـدأ مـن أي نقطـة عـلى امتـداد الجزيء

بروتين اقل من الإنسان وذلك لوجود كمية كبيرة من DNA بلا شفرة).

(ج) وظيفة DNA التي لا تمثل شفرة:

(١) يعتقد أنها تعمل على **احتفاظ الصبغيات بتركيبها.**

(٢) يمثل إشارات للمناطق التي يبدأ عندها بناء **m- RNA الرسول** وتعتبر هذه المناطق هامة في بناء **البروتين.**



البلازميدات	- توجد ولا تتعقد بوجود البروتين	- لا توجد إلا في قطر الخميرة فقط
الجينات	- معظمها مسئول عن بناء RNA والبروتينات	- أقل من ٧٠% منها مسئول عن بناء البروتينات وRNA والباقي منها غير معلوم الوظيفة

الطفرات

(١) **الطفرة**

تغير مفاجئ في طبيعة العوامل الوراثية المتحكمة في صفات معينة مما قد ينتج عنه تغيير هذه الصفات في الكائن الحي.

(٢) تعتبر هذه الطفرة **حقيقية** إذا ظلت متوارثة على مدى الأجيال التالية

تعتبر هذه الطفرة **غير حقيقية** إذا لم تظل متوارثة على مدى الأجيال التالية

أنواع الطفرات:

أولاً: تبعاً لأهمية الطفرة:

(أ) طفرات غير مرغوب فيها.

(١) تمثل أغلب الطفرات.

(٢) مثال: ١ – التشوهات الخلقية في الإنسان.

٢-العقم عند النبات الذي سبب نقص المحصول.

(ب) طفرات مرغوب فيها:



(١) طفرات نادرة يحاول الإنسان استحداثها ليستفيد منها.

(٢) مثال: ← (١) سلالة أنكن في الأغنام ذات الأرجل القصيرة المقوسة وذلك يجعلها غير قادرة على تسلق سور الحظيرة وإتلاف النباتات المزروعة وأعتبرها ا لمربى طفرة نافعة وعمل على اكثارها.

(٢) الطفرات التي أدت لزيادة إنتاج المحاصيل الزراعية.

ثانياً: تبعاً لنوع الطفرة:

(أ) طفرات جينية:

(١) تحدث نتيجة تغيير كيميائي في تركيب الجين وتحديداً تغيير في ترتيب القواعد النيتروجينية في جزئ DNA

(٢) يؤدى ذلك لظهور إنزيم مختلف يعمل على ظهور صفة جديدة.

(٣) قد يصاحب هذا التغيير في التركيب الكيميائي للجين تحوله من جين سائد لمتنحي أو العكس في حالات نادرة.

5 ATGC 3
3 TACG 5
←
5 AGTC 3
3 TCAG 5

(ب) الطفرات الصبغية:

-طفرات تحدث نتيجة للتغيير في أعداد أو تركيب الصبغيات.

طفرة صبغية عددية (نتيجة الخلل اثناء الانقسام الميوزي وتكوين الامشاج).

← زيادة أو نقص صبغي في الأمشاج بعد الانقسام الميوزي حيث:

(١) الزيادة في عدد الصبغيات ← حالة كلاينفلتر (٤٤ + xxy). الزيادة بمقدار صبغي (x)

(٢)النقص في عدد الصبغيات ← حالة تيرنر (٤٤ + x0). النقص بمقدار صبغي واحد (x).

(٣)تضاعف عدد الصبغيات (التضاعف الصبغي)

١- أسباب حدوث التضاعف الصبغي :

(١) عدم انفصال الكروماتيدات بعد انقسام السنترومير.

(٢) عدم تكون الغشاء الفاصل بين الخليتين البنويتين.

٢- شيوعه وتأثيره:

(١) في النبات

أ. أكثر شيوعاً، نسبة كبيرة من النباتات تكون (٣ن – ٤ن – ٦ن – ٨ن – ١٦ن) وذلك يسبب تضاعف الصبغيات في الأمشاج

ب. فينتج عن التضاعف أفراد ذات صفات جديدة حيث أن كل جين يكون ممثل بعدد أكبر فيكون تأثيره أكثر وضوحاً حيث يكون النبات أكثر طولاً وأكبر حجماً وبخاصة الأزهار والثمار.

ت. توجد حالياً كثير من المحاصيل والفواكه (4N) مثل القمح والتفاح والكمثرى تضاعفها رباعي.

(٢) في الإنسان والحيوان

أ. يكون نادر وذلك لأن تحديد الجنس في الحيوان يتطلب وجود توازن دقيق بين عدد كل من الصبغيات الجسمية والجنسية

ب. لذلك يقتصر وجوده على بعض الأنواع الخنثى من القواقع والديدان التي لا يوجد لديها مشكلة في تحديد الجنس.

التضاعف الثلاثي في الإنسان مميت ويسبب إجهاضاً للأجنة ومع ذلك يوجد تضاعف صبغي في بعض خلايا الكبد والبنكرياس.

طفرة صبغية تركيبية

يحدث نتيجة تغير في ترتيب الجينات على نفس الصبغي بسبب:

(أ) انفصال قطعة من الصبغي أثناء الانقسام والتفافها حول نفسها بمقدار ١٨٠ ْ والتحامها في الوضع المقلوب على نفس الصبغي.

(ب) تبادل أجزاء بين صبغيات غير متماثلة.

(ج) زيادة جزء صغير من الصبغي أو نقص جزء صغير من الصبغي.

ثالثاً: تبعاً لمكان حدوث الطفرة:

(أ) طفرات مشيجيه:

١- تحدث في الخلايا التناسلية (الأمشاج) فقط.

٢- الجنين الناتج (كله) تظهر عليه الصفات الجديدة.

٣- تتم في الكائنات الحية التي تتكاثر تزاوجياً.

(ب) طفرات جسمية:

١- تحدث في الخلايا الجسدية (الجسمية).

٢- تظهر كأعراض مفاجئة على العضو الذي تحدث في خلاياه – العضو (فقط).

٣- أكثر شيوعاً في النباتات التي تتكاثر خضرياً حيث ينشأ فرع جديد من النبات العادي يحمل صفات مختلفة عن النبات الأم ويمكن فصل هذا الفرع واكثاره خضرياً إذا كانت الصفة الجديدة مرغوبة.



رابعاً: تبعاً لمنشأ الطفرة:

(أ) طفرة تلقائية:

١- تحدث دون تدخل الإنسان وهي نادرة الحدوث في جميع الكائنات الحية.
٢- أسباب حدوثها: تأثيرات البيئة المحيطة بالكائن الحي مثل: (الأشعة فوق البنفسجية – الأشعة الكونية – المركبات الكيمائية).
٣- تلعب الطفرة التلقائية دوراً في عملية تطور الأحياء.
٤- نسبتها ضئيلة جداً في شتى الكائنات الحية.

(ب) طفرة مستحدثة:

١- تحدث بتدخل الإنسان للحصول على تغييرات أو صفات مرغوبة في كائنات معينة.
٢- يستخدم الإنسان لعمل الطفرات المستحدثة: -
أ. عوامل طبيعية مثل: (أشعة أكس – أشعة جاما – الأشعة فوق البنفسجية).
ب. عوامل كيمائية مثل (غاز الخردل – مادة الكوليشسين – حمض النيتروز)

*** ماذا يحدث عند معالجة النبات بهذه المواد:**

عند معالجة القمم النامية في النباتات بهذه المواد تضمر وتموت ليتجدد تحتها أنسجة جديدة تحتوي خلاياها على عدد مضاعف من الصبغيات.

أغلب الطفرات المستحدثة تحمل صفات غير مرغوبة غير أن الإنسان ينتقى منها ما هو نافع.
٣- مثال: للطفرات النافعة / ا لمرغوبة/ المستحدثة النافعة.

(١) طفرات تـؤدى إلى تكوين أشـجار فاكهـة ذات ثمـار كبيـرة حلـوة المذاق وخالية من البذور.
(٢) إنتاج طفرات لكائنات دقيقة مثل البنسليوم لها القدرة على إنتاج كميات كبيرة من المضادات الحيوية (مثل البنسيلين).



الباب الثاني
الفصل الثاني
RNA و تخليق البروتين



الفصل الثاني
الأحماض النووية وتخليق البروتين

(١) أنواع البروتينات:

* يوجد في تركيب أجسام الكائنات الحية آلاف الأنواع من البروتينات والتي يمكن تقسيمها إلى نوعين رئيسين هما:

البروتينات التركيبية	البروتينات التنظيمية
(١) هي البروتينات التي تدخل في تراكيب محددة في الكائن الحي.	(١) هي البروتينات التي تنظم العديد من العمليات والأنشطة الحيوية في الكائن الحي
(٢) مثال:	(٢) مثال:
أ – الاكتين والميوسين ← يدخلان في تركيب العضلات وغيرها من أعضاء الحركة.	أ-الانزيمات ← التي تنشط التفاعلات الكيميائية في الكائنات الحية.
أ – الكولاجين ← الذي يدخل في تركيب الأنسجة الضامة (الدم-الليف-العظام-الغضاريف).	ب-الأجسام المضادة ← التي تكسب الجسم المناعة ضد الأجسام الغريبة.
جـ-الكيراتين ← الذي يكون الأغطية الواقية كالجلد والشعر والحوافر والقرون والريش.	جـ-الهرمونات ← التي تمكن الجسم من الاستجابة للتغيرات المستمرة في بيئته الداخلية والخارجية

خطة بناء البروتين

١- هناك خطة مشتركة لبناء آلاف الأنواع من البروتينات التي توجد في أجسام الكائنات الحية.

٢- يدخل في تركيب البروتينات (٢٠) نوع من الأحماض الأمينية والتي لها تركيب أساسي واحد. وهو:

← يتكون الحمض الأميني من:

١. ذرة الكربون (C)
٢. وذرة الهيدروجين (H)
٣. ومجموعة الكروبوكسيل (COOH)
٤. ومجموعة الأمين (NH_2)
٥. ومجموعة الكيل (R) وهي تختلف من حمض اميني لاخر.

$$R - \underset{NH_2}{\overset{H}{C}} - COOH$$

حمض أميني

[تختلف الاحماض الامينية عن بعضها باختلاف مجموعة R]

٣- ترتبط الأحماض الأمينية ببعضها البعض عن طريق (روابط ببتيدية) في وجود انزيمات خاصة في تفاعل نازع للماء لتكوين (بوليمر عديد الببتيد) الذي يكون البروتين.

٤- الفروق بين البروتينات المختلفة ترجع إلى:

(١) اختلاف أنواع وترتيب وأعداد الأحماض الأمينية في البوليمرات.



(٢) عدد البوليمرات التي تدخل في بناء البروتين.
(٣) الروابط الهيدروجينية الضعيفة التي تعطي الجزيء شكله المميز.

(١) الحمض الأميني الوحدة البنائية الأساسية للبروتين.
(٢) الحمض الأميني (الجلايسين) هو الحمض الأميني الوحيد الذي يحتوي على ذرة هيدروجين بدلاً من الألكيل R
(٣) جزئ DNA ثابت لا يتحلل لأنه يحمل المادة الوراثية للخلية.
(٤) جزئ RNA يتحلل لأنه يستخدم في تخليق البروتين.
(٥) DNA يحتوي على القاعدة النيتروجينية (ثايمين T).
(٦) RNA يحتوي على القاعدة النيتروجينية (يوراسيل u).
(٧) تختلف الاحماض الامينية عن بعضها باختلاف مجموعة الالكيل

الأحماض النووية الريبوزية (RNA)

(١) قارن بين جزئ DNA وجزئ RNA؟

DNA	RNA
أولاً: أوجه الشبه بينهما	
(١) كل منهما يتكون من سلسلة طويلة غير متفرعة من وحدات بنائية من (النيوكليوتيدات) (٢) كل نيوكليوتيدة تتكون من جزئ سكر خماسي – قاعدة نيتروجينية – مجموعة فوسفات) (٣) ترتبط مجموعة الفوسفات الخاصة بنيوكليوتيدة معينة بذرة الكربون رقم (٥) في جزئ سكر النيوكليوتيدة. بذرة الكربون رقم (٣) في جزئ سكر النيوكليوتيدة السابق بروابط تساهمية ليتكون هيكل سكر الفوسفات	
ثانياً: أوجه الاختلاف:	
عدد أشرطة الجزيء: شريطان على شكل لولبي أو حلزوني متكاملين من النيوكليوتيدات	عدد الأشرطة: شريط واحد وإن كان RNA قد يكون مزدوج في بعض أجزاءه.
نوع السكر الخماسي: سكر الديوكسي ريبوز (به ذرة أكسجين أقل من سكر الريبوز)	نوع السكر الخماسي: سكر الريبوز
القواعد النيتروجينية: البيورينات (ادينين A – جوانين G) البيريمدينات (ثايمين T – سيتوزين C)	القواعد النيتروجينية: -البيورينات (A أدينين – G جوانين) - البيريميـديـنات (u يوراسيل –سيتوزين C)
المكان: يوجد داخل النواة.	المكان: ينتقل من النواة إلى السيتوبلازم
النسخ: يقوم بنسخ نفسه (يتضاعف)	النسخ: يتم نسخه من أحد أشرطة DNA
الثبات: ثابت بشكل واضح في الخلية ولا يتحلل	الثبات: يتم هدمه وإعادة بناءه باستمرار
الأنواع: نوع واحد فقط	الأنواع: ثلاث أنواع تسهم في بناء البروتين (الرسول (-m

RNA (الريبوسومي r-RNA) - (الناقل t-RNA)	
الوظيفة: ١ -بناء الريبوسومات والبروتين. ٢-المادة الوراثية في الفيروسات.	الوظيفة: المادة الوراثية في معظم الكائنات الحية

(٢) أنواع الأحماض النووية الريبوزية (RNAs)

- هناك ثلاث أنواع تسهم في بناء البروتين كل منهم له دور معين في عملية بناء البروتين وهي:

(١) حمض RNA الرسول (m-RNA).
(٢) حمض RNA الريبوسومي (r-RNA).
(٣) حمض RNA الناقل (t-RNA).



m-RNA يقوم بنقل الشفرة الوراثية من جزيء DNA في النواة إلى الريبوسومات في السيتوبلازم حيث يتم بناء البروتين.

(أ) نسخ حمض m-RNA الرسول.

(يتم نسخ m-RNA من DNA).

(١) يتم نسخ m-RNA من أحد شريطي DNA بارتباط إنزيم (بلمرة RNA) (RNA بوليميريز) بتتابع للنيوكليوتيدات على DNA يسمى (المحفز).

المحفز هو تتابع للنيوكليوتيدات على DNA يوجه إنزيم بلمرة m-RNA إلى الشريط الذي سينسخ ويبدأ منه نسخ m-RNA.

(٢) ينفصل شريطي DNA عن بعضهما حيث يعمل أحدهما كقالب لبناء شريط متكامل من (m-RNA). ويكون القالب في اتجاه ($3^- \leftarrow 5^-$) فيقوم الانزيم (انزيم بلمرة RNA) ببناء (m-RNA) في اتجاه ($5^- \leftarrow 3^-$).

(٣) يتحرك الإنزيم على امتداد جزئ DNA حيث يتم ربط الريبو نيوكليوتيدات المتكاملة إلى شريط (m-RNA) النامي واحداً بعد الآخر في اتجاه ($5^- \leftarrow 3^-$) على قالب DNA مجمعاً (m-RNA) في اتجاه ($5^- \leftarrow 3^-$)

(ب) عملية نسخ RNA -m تشبه عملية تضاعف DNA فيما عدا:

(١) عملية نسخ (DNA) تتم في كل (DNA) في الخلية بينما (m-RNA) فيتم نسخه في جزء محدد من (DNA) يمثل (جين).

(٢) تضاعف DNA يتم لكل من شريطي DNA. بينما نسخ m-RNA يتم من خلال شريط DNA واحد فقط يقوم بنسخ قطعة منه حيث يدل توجيه (المحفز) على الشريط الذي سينسخ.



(٣) نسخ m-RNA في أوليات و حقيقيات النواة :

نسخ m-RNA في أوليات النواة	نسخ m-RNA في حقيقيات النواة
(١) يوجد انزيم واحد من (بلمرة RNA) ينسخ أنواع RNA الثلاثة.	(١) يوجد إنزيم (بلمرة RNA) خاص لنسخ كل نوع من أنواع حمض RNA
(٢) يتم ترجمة m-RNA إلى البروتين المقابل أثناء نسخه من DNA حيث ترتبط الريبوسومات ببداية m-RNA وتبدأ في ترجمته بينما يكون الطرف الآخر مازال في مرحلة البناء	(٢) لا يتم ترجمة m-RNA إلى البروتين المقابل إلا بعد الانتهاء من نسخ m-RNA وخروجه من النواة إلى السيتوبلازم من خلال ثقوب الغشاء النووي أي لا تبدأ الترجمة إلا بعد الانتهاء من تكوينه

(ج) تركيب جزيء m-RNA

(١) في بداية جزيء m-RNA يوجد موقع الارتباط بالريبوسوم وهذا الموقع هو تتابع للنيوكليوتيدات يرتبط بالريبوسوم حيث يصبح أول كودون (AUG) متجهاً لأعلى وهو الوضع الصحيح للترجمة.

(٢) في نهاية جزئ m-RNA يوجد ذيل عديد الأدينين وهذا الذيل هو عبارة عن ذيل يتكون من حوالي (٢٠٠) أدينوزين ووظيفته هي حماية m-RNA من التحلل في السيتوبلازم بواسطة الانزيمات الموجودة فيه.



شكل (١) رسم تخطيطي لجزيء mRNA يظهر به موقع الارتباط بالريبوسوم وذيل عديد الأدينين وكودون البدء



حمض RNA الريبوسومي (r-RNA)

الوظيفة يدخل أربعة أنواع من حمض (r-RNA) مع حوالي ٧٠ نوعاً من عديد الببتيد في تكوين الريبوسومات أماكن بناء البروتين فى الخلية.

(أي يدخل حمض (r-RNA) الريبوسومي فى بناء الريبوسومات (وهي عضيات بناء البروتين))

(١) بناء الريبوسومات :

١. يدخل في بناء الريبوسومات أربعة أنواع مختلفة من r-RNA وحوالي ٧٠ نوعاً من عديد الببتيد (بروتينات).
٢. يتم بناء الريبوسومات في حقيقيات النواة في منطقة من النواة تسمى (النوية).
٣. تبنى آلاف من الريبوسومات فى الساعة أي بمعدل سريع جدا .... علل
وذلك لأن DNA في خلايا حقيقيات النواة يحتوي على أكثر من (٦٠٠) نسخة من جينات RNA الريبوسومي الذي يشترك في بناء الريبوسومات.

(٢) تركيب الريبوسوم الوظيفي (الريبوسومات).

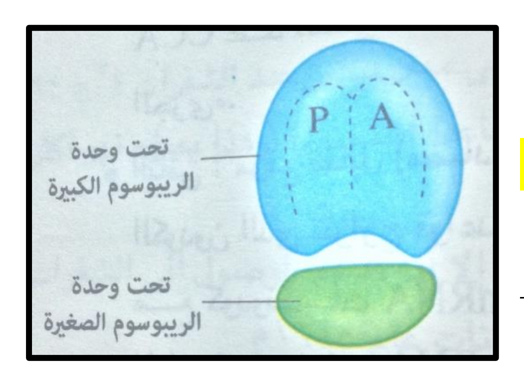
يتكون الريبوسوم الوظيفي من تحت وحدتين هما:

١. تحت وحدة الريبوسوم الكبرى

وهي تتكون من تحتوي على موقعين:
- الأول موقع الببتيديل (P)
- الثاني موقع الأمينو أسيل (A)

٢. تحت وحدة الريبوسوم الصغرى.

← وهي ترتبط بجزيء m-RNA في بداية تخليق البروتين.



٦. عندما لا يكون الريبوسوم قائماً بعملة في إنتاج البروتين تنفصل تحت الوحدتين عن بعضهما ويتحرك كل منهما بحرية.
وقد يرتبط كل منهما بتحت وحدة أخرى من النوع المقابل عندما تبدأ عملية بناء البروتين.
٧. يتم بناء البروتينات التي تدخل في تركيب الريبوسومات في السيتوبلازم ثم تنتقل عبر الغشاء النووي إلى النواة حيث يكون كل من (r-RNA وعديدات الببتيد وتحت وحدتا الريبوسوم).



٨. أثناء عملية بناء البروتين يحدث تداخل بين m-RNA و r-RNA وإن كانت طبيعة هذا التداخل غير مفهومة حتى الآن.

(١) موقع الببتيديل (P) ←

يرتبط به كودون البدء الخاص ب m-RNA كما أنه يحتوي على انزيمات لازمة لتكوين الروابط الببتيدية التي تربط الأحماض الأمينة مع بعضها ويوجد فى تحت وحدة الريبوسوم الكبرى.

(٢) موقع الأمينو أسيل (A) ←

وهو الموقع الذي تتم فيه عملية الربط للأحماض الأمينية ويوجد في تحت وحدة الريبوسوم الكبرى.

ثالثا: حمض RNA الناقل (t-RNA)

وظيفة حمض t.RNA: يقوم حمض t.RNA بنقل الأحماض الأمينية إلى الريبوسومات أثناء تكوين البروتين حيث يكون لكل حمض أميني نوع خاص من t.RNA يقوم بالتعرف عليه ثم نقله

عدد أنواع t RNA اكبر من ٢٠ وذلك لان هناك احماض امينية لها اكثر من شفرة وبالتالي يكون لها اكثر من t RNA

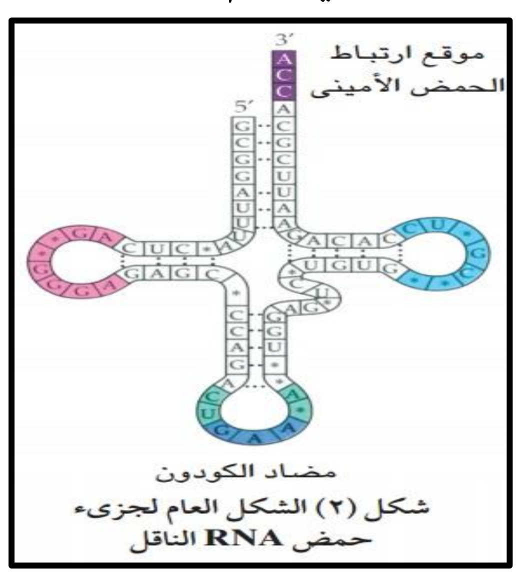
١. يوجد موقعان على t.RNA لهما دور في تخليق البروتين :

أ. الأول: موقع اتصال الجزيء بالحمض الأميني الخاص به

ويتكون من ثلاث قواعد CCA عند الطرف ٣ من الجزيء

ب. الثاني: موقع مقابل (مضاد) الكودون

الذي تتزاوج قواعده مع كودونات mRNA المناسبة عند مركب mRNA والريبوسوم حيث يحدث ارتباط مؤقت بين tRNA و mRNA مما يسمح للحمض الأميني المحمول على tRNA أن يدخل في المكان المحدد في سلسلة عديد الببتيد



شكل (٢) الشكل العام لجزئ حمض RNA الناقل

٢. نسخ tRNA ينسخ tRNA من جينات tRNA الموجودة على شكل تجمعات من (٧ – ٨) جينات على نفس الجزء من جزئ DNA

٣. الشكل العام لجزئ tRNA تلتف أجزاء من الجزيء لتكون حلقات تحتفظ بشكلها بازدواج القواعد في مناطق مختلفة من الجزيء لذلك جميع جزيئات t RNA لها نفس الشكل العام



الشفرة الوراثية

هي ترتيب محدد من النيوكليوتيدات في جزئ DNAيتم نسخها في صورة تتابع مقابل للنيوكليوتيدات في جزء mRNA الذي يذهب إلى الريبوسوم حيث يترجم إلى تتابع للأحماض الأمينية في سلسلة عديد الببتيد الذى يكون بروتينا معينا

أ. عدد النيوكليوتيدات التي تكون شفرة الحمض الأميني

١. عدد الأحماض الامينية ٢٠ نوعا

٢. عدد النيوكليوتيدات التي تدخل في بناء DNA , RNA هما ٤ أنواع . ولأن النيكليوتيدات هي التي تشكل شفرات الأحماض الأمينية لذا يجب أن تشكل على الأقل ٢٠ شفرة مختلفة (تدل على العشرين نوعا من الأحماض الأمينية)

فإذا اعتبرنا أن الشفرة الوراثية

١- أحادية :

أى أن كل نيوكليوتيدة تمثل شفرة حمض أمينى معين فتكون عدد الشفرات ٤ وبالتالى فهى تشكل ٤ أحماض أمينية فقط (وهذا لا يصلح)

٢- ثنائية :

أي أن كل نيوكليوتيدين تمثل شفرة حمض أميني معين فتكون عدد الشفرات $٤^٢$= ١٦ شفرة وبالتالي فهي تشكل ١٦ حمض أميني فقط (وهذا لا يصلح)

٢ – ثلاثية :

أى أن كل ثلاث نيوكليوتيدات تمثل شفرة حمض أميني معين فتكون عدد الشفرات $٤^٣$= ٦٤ شفرة وبالتالي يصبح لكل حمض أميني أكثر من شفرة (ما عدا الميثيونين) (وهذا يصلح)

١. أصغر حجم نظري لكلمة شفرة DNAهو ثلاث نيوكليوتيدات
٢. الشفرة الوراثية ثلاثية
٣. تسمى شفرة الحمض الأميني بالكودون Codon
٤. يوجد كودون واحد لبدء بناء البروتين يسمى كودون البدء وهو (AUG)
٥. يوجد ثلاثة كودونات توقف بناء البروتين تسمى كودونات الوقف وهى (UGA ,UAA , UAG) وتعطى هذه الكودونات إشارة عند النقطة التى تقف عندها ألية بناء البروتين وتنتهى سلسلة عديد الببتيد



الشفرة الوراثية عالمية أو عامة .... علل

وذلك لان نفس الكودونات تمثل شفرات لنفس الاحماض الامينية في جميع أنواع الكائنات الحية (الفيروسات -البكتريا -الفطريات –النباتات-الحيوانات)

وهذا دليل قوى على أن جميع الكائنات الحية الموجودة على سطح الأرض نشأت عن أسلاف مشتركة

تخليق البروتين

- عملية تخليق البروتين عملية معقدة تتضمن تداخل العديد من الانواع المختلفة من الجزئيات
- يتم تخليق البروتين على ثلاث مراحل رئيسية كالتالي:

أولا: بدء عملية الترجمة

١ – ترتبط تحت وحدة الريبوسوم الصغرى بجزيء mRNA من جهة الطرف ٥ بحيث يكون أول كودون به AUG متجها إلى اعلى

٢ – تتزاوج قواعد مضاد الكودون لجزيء tRNA الخاص بالميثيونين مع كودون AUG وبذلك يصبح حمض الميثيونين أول حمض أميني في سلسلة عديد الببتيد التي ستبنى

٣ – ترتبط تحت وحدة الريبوسوم الكبرى بالمركب السابق (تحت وحدة الريبوسوم الصغرى + tRNA + mRNA) وعندئذ تبدأ تفاعلات بناء البروتين.

لاحظ

١. يوجد على الريبوسوم موقعان (موقع الببتديل (P) و موقع أمينو أسيل (A) يمكن أن ترتبط بهما جزئيات tRNA
٢. الميثيونين هو اول حمض أميني في سلسلة عديد الببتيد لأن أول كودون على mRNA هو AUG ويمثل شفرة الحمض الأميني الميثيونين.

ثانيا: استطالة سلسلة عديد الببتيد

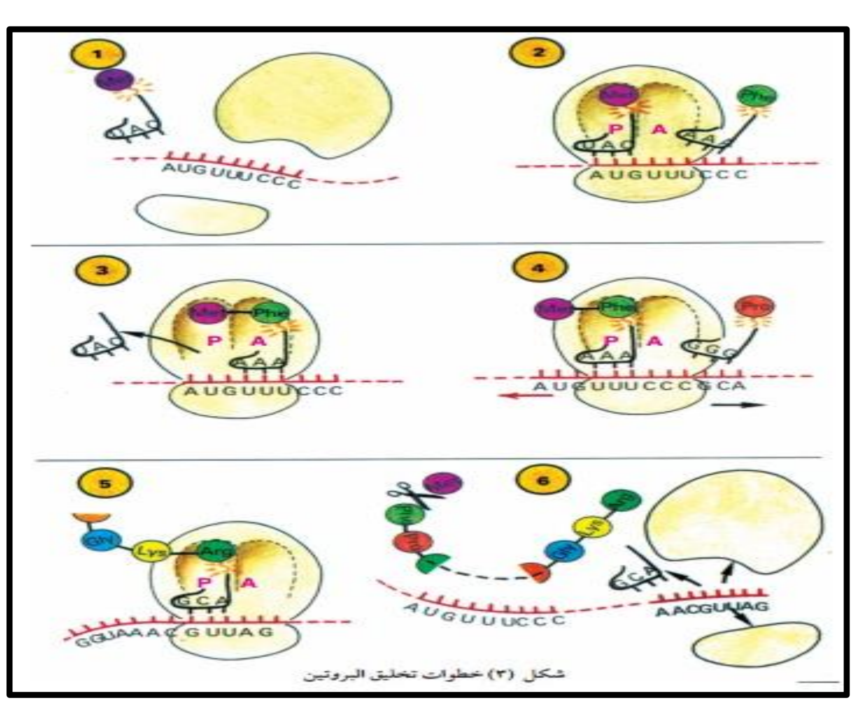
- تبدأ سلسلة عديد الببتيد في الاستطالة في دورة تتكون من ثلاث خطوات:

١ – يرتبط مضاد كودون tRNA آخر بالكودون التالي على جزئ mRNA في موقع الأمينوأسيل (A) حاملا الحمض الأمينى الثانى فى سلسلة عديد الببتيد

٢ – يحدث **تفاعل نقل الببتيديل** الذى ينتج عنه تكوين رابطة ببتيدية بين الحمض الأمينى الأول والثاني بمساعدة **إنزيم منشط** عبارة عن **جزء من تحت وحدة الريبوسوم الكبرى** وبهذا:

أ. **يصبح tRNA الأول فارغا ويترك الريبوسوم ليلتقط ميثيونينا أخر**

ب. **يصبح tRNA الأخر يحمل الحمضين الأمينين معا**



شكل (٣) خطوات تخليق البروتين

٣ - يتحرك الريبوسوم على امتداد mRNA بحيث يصبح **الموقع (A) خالي** ويصبح الحمض الأميني الثاني أمام **الموقع (P)** على الريبوسوم.

- تبدأ الدورة مرة أخرى حيث يرتبط مضاد كودون على tRNA مناسب بكودون mRNA جالبا الحمض الأميني الثالث إلى الموضع المناسب على الموقع (A)

- ترتبط سلسلة عديد الببتيد النامية بالحمض الأميني الجديد القادم على جزئ tRNA الثالث ثم يتكرر التتابع

ثالثا: توقف عملية بناء البروتين

١ – تقف عملية بناء البروتين عندما يصل الريبوسوم إلى كودون الوقف على mRNA حيث يرتبط عامل الإطلاق بكودون الوقف مما يجعل الريبوسوم يترك mRNA وتنفصل تحت وحدتا الريبوسوم عن بعضها البعض

٢ – بمجرد أن يبرز الطرف ٥ لجزيء mRNA حتى يرتبط به تحت وحدة ريبوسوم صغرى لتبدأ دورة اخرى في بناء البروتين.

1. قد تتم عملية ترجمة mRNA إلى البروتين المقابل من خلال عدد من الريبوسومات (قد يصل إلى ١٠٠ ريبوسوم) حيث يترجم كل منها الرسالة بمروره على mRNA فيسمى عندئذ **عديد الريبوسوم** (البولي سوم)
2. **عديد الريبوسوم (البولي سوم):** اتصال جزئ mRNA واحد بعدد من الريبوسومات قد يصل إلى المائة ريبوسوم يترجم كل منهما الرسالة بمروره على mRNA

مسائل

- اذا كان لديك شريط من DNA ترتيبه
5 TAC AGG TAC GCA TTT GAG CAC AGC ATT 3
اوجد تتابع الشريط المكمل له من
١. DNA واسم الانزيم
٢. M RNA واسم الانزيم

الحل

5 TAC AGG TAC GCA TTT GAG CAC AGC ATT 3

انزيم البلمرة

3 ATG TCC ATG CGT AAA CTC GTG TCG TAA 5 — DNA



انزيم بلمرة RNA

3 AUG UCC AUG CGU AAA CUC GUG UCG UAA 5 — M- RNA

- عدد الاحماض الامينية = ٨ احماض امينية (AUG UCC AUG CGU AAA CUC GUG UCG)
- أنواع الاحماض الامينية = ٧ أنواع لان AUG تكرر مرتين ناخذ واحد فقط
- عدد الكودونات على m RNA = ٩ كودونات (نحسب معها كودون الوقف UAA)
- عدد الكودونات التي تبني البروتين = ٨ كودونات (لا نحسب كودون الوقف)
- عدد مضاد الكودون على t RNA = ٨ مضادات (نفس عدد كودونات m RNA)
- عدد أنواع مضادات الكودون على t RNA = ٧ مضادات (نفس عدد أنواع m RNA)

عدد الشفرات = ٦٤ شفرة وراثية منهم ٦١ شفرة تحمل شفرة بناء البروتين مثل AUG وهو شفرة حمض المثيونين والباقي عدد وقدرة ٣ شفرات لا تحمل شفرة بناء البروتين وتعتبر كودونات وقف (UAA – UAG – UGA)



الدرس الثاني

التكنولوجيا الجزيئية " الهندسة الوراثية "

- أهم إنجازات التكنولوجيا الجزيئية " الهندسة الوراثية"

- أدى التقدم في علم الجينات وكيفية تخليق البروتين إلى إمكانية:

١ – عزل جين مرغوب فيه وتكوين ملايين النسخ منه داخل خلايا البكتريا أول الخميرة عن طريق ربطة ببلازميد
٢ – تحليل أي جين لمعرفة تتابع النيوكليوتيدات فيه
٣ –لإجراء مقارنة بين تركيب جينات نفس الفرد أو جينات أفراد مختلفة
٤ – معرفة تتابع الأحماض الأمينية في أي بروتين من خلال معرفة تتابع النيوكليوتيدات في الجين
٥ –نقل جينات وظيفية من خلاليا إلى خلايا أخرى (نباتية أو حيوانية)
٦ –بناء جزيئات DNA حسب الطلب ففي عام ١٩٧٩م قام خورانا بإنتاج جين صناعي وإدخاله إلى داخل خلية بكتيرية
٧ – إنتاج شرائط قصيرة من DNA تحتوى على تتابع النيوكليوتيدات الذى نرغب فيه ، عن طريق برمجة النظم الجينية الموجودة في العديد من المعامل
٨ –استخدام DNA الصناعي في تجارب تخليق البروتين
٩ –معرفة أثر الأحماض الأمينية على وظيفة البروتين عن طريق تغيير الشفرة لاستبدال حمض أميني بحمض أميني اخر

تقنيات التكنولوجيا الجزيئية

تهجين الحمض النووي

- الأساس العلمي لتهجين الحمض النووي:

١. عند رفع درجة حرارة جزئ DNA إلى ١٠٠ ْم تتكسر الروابط الهيدروجينية التي تربط القواعد النيتروجينية في شريطى اللولب المزدوج ويتكون شريطان مفردان غير ثابتان.

٢. عند خفض درجة حرارة جزئ DNA تتحد الأشرطة المفردة ببعضها لتكوين لولب مزدوج من جديد حيث أنها تميل إلى حالة الثبات

٣. أي شريطين مفردين من DNA أو RNA يمكنهما تكوين شريط مزدوج إذا وجد بينهما تتابعات ولو قصيرة من القواعد المتكاملة .



٤. تتوقف شدة الالتصاق بين الشريطين على درجة التكامل بين تتابعات قواعدهما النيتروجينية ويمكن قياس شدة الالتصاق بين الشريطين بمقدار الحرارة اللازمة لفصل الشريطين عن بعضهما مرة أخرى فكلما زادت درجة الحرارة اللازمة لفصلهما دل ذلك على شدة التصاق الشريطين وهذا معناه أن هناك تكاملا أكبر بين القواعد النيتروجينية

٥. يمكن استخدام قدرة الشريط المفرد لـ DNA أو RNA على الالتصاق طويلا في انتاج لولب مزدوج هجين

DNA المهجن: لولب مزدوج يتكون من شريطين احدهما من كائن والشريط المتكامل معه من كائن آخر

كيفية تكوين DNAالمهجن:

خطوات إنتاج لولب مزدوج هجين من DNA:

١ – تمزج أحماض نووية من مصدرين مختلفين (نوعين مختلفين من الكائنات الحية)
٢ – ترفع درجة حرارة المزيج إلى ١٠٠ ° م فتنفصل جزيئات DNA إلى أشرطة مفردة
٣ – يترك الخليط ليبرد فيحدث ازدواج للقواعد النيتروجينية المتكاملة بين الشرائط فتتكون بعض اللوالب المزدوجة الأصلية بالإضافة إلى عدد من اللوالب المزدوجة المهجنة (DNA مهجن) التي يتكون كل منها من شريط من كلا المصدرين.

استخدامات DNA المهجن:

أ. الكشف عن وجود جين معين وتحديد كميته داخل محتواه الجيني ويتم ذلك كالتالي:

١-يُحضر شريط مفرد لتتابعات النيوكليوتيدات يتكامل مع أحد أشرطة الجين محل الدراسة وذلك باستخدام نظائر مشعة (حتى يسهل التعرف عليه بعد ذلك)

٢ –يُخلط هذا الشريط مع جينات المحتوى الجيني للعينة غير المعروفة

٣ – تُرفع درجة الحرارة إلى ١٠٠ ° م ثم يبرد الخليط بهدف الحصول على DNAهجين (أحد الشريطين طبيعي والشريط المتكامل معه صناعي مشع)

٤ – تستدل على وجود الجين وكميته بالسرعة التي تتكون بها اللوالب المزدوجة المشعة

ب. تحديد العلاقات التطورية بين الأنواع المختلفة:

كلما تشابه تتابع نيوكليوتيدات DNA بين نوعين من الكائنات الحية وزادت درجة التهجين بينهما . كلما كانت العلاقات التطورية أقرب بينهما



إنزيمات القطع أو القصر البكتيرية

١. ساد الاعتقاد بأن الفيروسات التي تنمو داخل سلالة بكتيريا إيشيريشيا كولاى (E-coli) يقتصر نموها على هذه السلالة فقط.

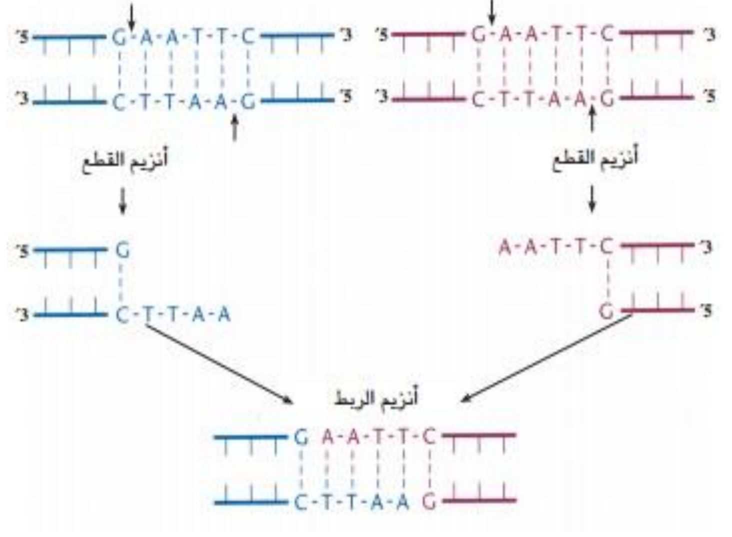
٢. أرجع العلماء عدم وجود هذه الفيروسات داخل سلالات اخرى من البكتريا إلى أن هذه السلالات تكون انزيمات تتعرف على مواقع معينة على جزئ DNA الفيروسي الغريب وتهضمه إلى قطع عديمة القيمة وأطلق على هذه الإنزيمات أسم (انزيمات القصر البكتيرية)

٣. وقد تم فصل ما يزيد عن ٢٥٠ نوعا من هذه الانزيمات من سلالات بكتيرية مختلفة

٤-لماذا لا تهاجم هذه الانزيمات DNA الخاص بالخلية البكتيرية نفسها ؟؟

لأن البكتريا التي تحتوي على إنزيمات القصر تكون إنزيمات معدلة تقوم بإضافة مجموعة ميثيل CH3 إلى النيوكليوتيدات التي تتعرف عليها إنزيمات القصر في جزئ DNAالبكتيري مما يجعل DNA البكتيري مقاوما لتأثير هذا الأنزيم وبذلك تحافظ الخلية البكتيرية على مادتها الوزراثية (DNA الخاص بها) من التحلل بفعل إنزيمات القصر.

٥-كيفية عمل إنزيمات القصر



(شكل ٤) دور انزيمات القصر والربط فى قطع وربط قطعتين مختلفتين من DNA عند مواقع محددة

١. يتعرف كل إنزيم من إنزيمات القصر على تتابع معين من النيوكليوتيدات بشريطى DNA مكون من (٤ :٧) نيوكليوتيدات يسمى " موقع التعرف "

٢. يقص الإنزيم جزئ DNAعند أو بالقرب من موقع التعرف بحيث يكون تتابع القواعد النيتروجينية على شريطى DNAعند موقع القطع هو نفسه عندما يقرأ التتابع على كل شريط في اتجاه 3

٣. لكل انزيم قصر القدرة على قطع جزئ DNA بغض النظر عن مصدره (فيروسي أو بكتيري أو نباتي أو حيواني) مادام هذا الجزء يحتوي على نسخة أو أكثر من تتابعات التعرف.



٦-أهمية أنزيمات القصر:

توفر إنزيمات القصر وسيلة لقص DNA إلى قطع معلومة النيوكليوتيدات تاركة أطراف لاصقة متكاملة (أطراف مائلة مفردة الشريط) يمكن لقواعدها أن تتزاوج مع قواعد أطراف لاصقة لشريط DNA أخر تم معاملته بنفس إنزيمات القصر ، ثم يتم ربطها معا بواسطة انزيم الربط ، وبهذه الطريقة يمكن لصق قطعة معينة من جزئ DNA بقطعة اخرى من جزئ DNA أخر

5 GAATTC 3 3 CTTAAG 5	موقع تعرف صحيح لانزيمات القصر لانه يتكون من ٥ نيوكليوتيدات على كلا الشريطين كما ان ترتيب النيوكليوتيدات متماثل في اتجاه ٣ لكلا الشرطين
5 ATCGAATTT 3 3 TAGCTTAAA 5	موقع تعرف غير صحيح لانه يتكون من ٨ نيوكليوتيات على كلا الشريطين كما ان ترتيب النيوكليوتيدات في اتجاه ٣ على الشريط غير متماثل

استنساخ تتابعات DNA

– كيفية الحصول على DNA المراد نسخه:

يتم ذلك بطريقتين

أ – فصل DNA من المحتوى الجيني للخلية

- يتم الحصول على المحتوى الجيني للخلية ثم يتم قص DNA بواسطة إنزيمات القصر.

- بهذه الطريقة يتم الحصول من المحتوى الجيني لأحد الثدييات – مثلا – على ملايين من قطع DNA يمكن لصقها ببلازميدات أو فاج لاستنساخها (مضاعفتها)

ب – استخدام mRNA

هي **الطريقة الأفضل** وتتم كالتالي:

١-يتم عزل mRNA من بعض الخلايا التي يكون بها **الجين نشطاً** مثل: **خلايا البنكرياس** التي تكون **الأنسولين** أو**ل الخلايا المولدة لكرات الدم الحمراء** التي تكون **الهيموجلوبين**. وذلك **لوجود كمية كبيرة من mRNA الذي يحمل الرسالة اللازمة لبناء هذه البروتينات**



٢ – يتم استخدام mRNA كقالب لبناء شريط DNA الذي يتكامل معه وذلك باستخدام إنزيم النسخ العكسي

٣ – يتم بناء الشريط المتكامل مع شريط DNA المتكون بواسطة إنزيم بلمرة DNA فنحصل على لولب مزدوج من DNA يمكن استنساخه

توجد شفرة إنزيم النسخ العكسي في الفيروسات التي يكون محتواها الجيني RNA وذلك حتى يمكنها تحويل مادتها الوراثية من RNA إلى DNA لكي ترتبط مع DNA الخلية العائل وبذلك تضمن تضاعفها

طرق استنساخ تتابعات DNA

(يتم نسخ جين أو قطعة من DNA بطريقتين هما):

أ - استخدام البلازميد (أو الفاج)

١-يتم عزل DNA (أو الجين) المراد استنساخه ومعاملته بإنزيمات قصر تؤدى إلى قطعه تاركة أطراف لاصقة.

٢-يتم عزل البلازميد من خلايا بكتيرية ومعاملته بنفس إنزيمات القصر السابقة وذلك حتى تتعرف على نفس المواقع وتقوم بالقطع عندها تاركة نفس الأطراف اللاصقة.

٣-يتم خلط قطع DNA وقطع البلازميد فتتزاوج النهايات اللاصقة لـ DNA مع النهايات اللاصقة بالبلازميد ثم يتم ربط الاثنين باستخدام إنزيم الربط

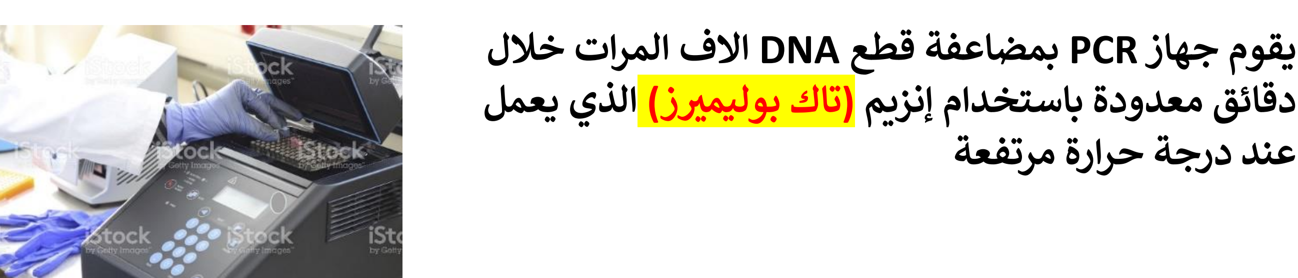
٤-يتم إضافة البلازميد وعليه DNA إلى مزرعة بكتيرية أو خلايا فطر الخميرة التي سبق معاملتها لزيادة نفاذية DNA ، ومع انقسام الخلية البكتيرية أو خلية الخميرة تتضاعف البلازميدات مع تضاعف المحتوى الجيني للخلية .

شكل (٥) إستنساخ DNA

٥-يتم تكسير الخلايا وتحرير البلازميدات ويتم إطلاق قطع DNA (أو الجين) من البلازميدات بمعاملتها بنفس إنزيمات القصر التى سبق إستخدامها

٦ – يتم عزل قطع DNA (أو الجينات) بالطرد المركزي المفرق. وبذلك يمكن الحصول على كمية كافية من قطع DNA المتماثلة لتحليلها ومعرفة تتابع النيوكليوتيدات بها أو زراعتها في خلايا أخرى.

ب -استخدام جهاز PCR



يقوم جهاز PCR بمضاعفة قطع DNA الاف المرات خلال دقائق معدودة باستخدام إنزيم (تاك بوليميرز) الذي يعمل عند درجة حرارة مرتفعة



DNA معاد الاتحاد

هو عملية إدخال جزء من DNA الخاص بكائن حي إلى خلايا كائن حي اخر

لقد تخيل بعض العلماء أنه قد يأتي الوقت الذي يمكن فيه إدخال نسخ من جينات طبيعية إلى بعض الأفراد المصابة بعض جيناتهم بالعطب وبذلك يمكن شفائهم دون الاستخدام المستمر للعقاقير لعلاج النقص الوراثي

- التطبيقات العلمية لتكنولوجيا DNA معاد الاتحاد (أهمية DNA معاد الاتحاد)

أ-مجال الطب

١-إنتاج بروتينات مفيدة على نطاق تجارى مثل:

١. إنتاج هرمون الأنسولين البشرى (لعلاج مرضى السكر)

- يتم إنتاج الأنسولين بزراعة الجين الخاص به مع البلازميد داخل خلايا بكتيرية فتصبح البكتيريا منتجة للأنسولين

- الأنسولين البشرى المصنع بواسطة DNA معاد الاتحاد (في البكتريا) بالرغم من تكلفته العالية إلا أنه أفضل لبعض المرضى الذين لا يتحملون الفروق الطفيفة بين الأنسولين البشرى والأنسولين المستخلص من بنكرياس المواشي والخنازير بعملية طويلة وباهظة التكاليف.

---

٢. إنتاج بروتينات توقف تضاعف الفيروسات تعرف بالانترفيرونات

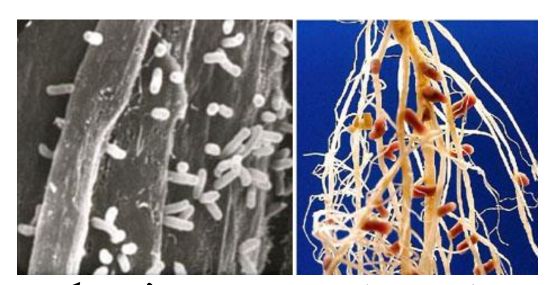
- تبنى الأنترفيرونات داخل جسم الإنسان حيث تنطلق من الخلايا المصابة بالفيروس فتعمل بذلك على حماية الخلايا المجاورة لها من مهاجمة الفيروس.

- كان الأنترفيرون الطبي حتى عام ١٩٧٠م يستخلص بصعوبة من خلايا الأنسان لذلك كان نادر الوجود وغالى الثمن ولقد تمكن الباحثون من إنتاج الانترفيرون بواسطة البكتيريا حيث تم إدخال ١٥ جينا بشريا للأنترفيرون إلى داخل خلايا بكتيرية وبذلك أصبح متوفرا ورخيص الثمن نسبيا

- يعتقد العلماء أن الانترفيرونات قد تكون مفيدة في علاج بعض أنواع السرطان. ولكن الدراسات المبدئية لاستخدام الانترفيرون في علاج السرطان كانت مخيبة للآمال. وقد يرجع ذلك إلى مشاكل تقنية يمكن التغلب عليها في المستقبل

ب- في مجال الزراعة

قد يتمكن الباحثون الزراعيون في القريب العاجل من



١ – إدخال جينات مقاومة المبيدات العشبية ولبعض الأمراض الهامة لنباتات المحاصيل.

٢-محاولة عزل ونقل الجينات الموجودة في النباتات البقولية (والتي تمكنها من استضافة البكتريا القادرة على تثبيت النيتروجين الجوي في جذورها) إلى نباتات محاصيل أخرى لا تستطيع استيعاب هذه البكتريا. لأمكن الاستغناء عن إضافة الأسمدة النيتروجينية عالية التكلفة والتي تسبب تلويث المياه في المناطق الزراعية.



ج- مجال التجارب والأبحاث

لقد تمكن الباحثون من:

١-زرع جين لون الياقوت الأحمر للعيون من سلالة ذبابة الفاكهة (الدروسوفيلا) في خلايا مقرر لها ان تكون أعضاء تكاثرية لجنين من سلالة أخرى وعند نمو الجنين أنتج أفرادا لها عيون ذات لون الياقوت الأحمر بدلا من اللون البنى.

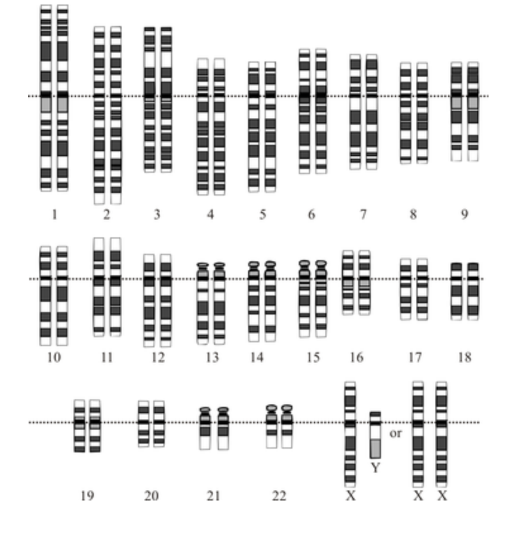
٢-إدخال جين يحمل شفرة هرمون النمو من فأر من النوع الكبير (أو إنسان) إلى فئران من النوع الصغير. فنمت هذه الفئران الصغيرة إلى ضعف حجمها الطبيعي وقد انتقلت هذه الصفة إلى الاجيال التالية

بعض مخاطر DNAمعاد الاتحاد:

على الرغم من أهمية DNA معاد الاتحاد في مجالات عديدة الان ان له مخاطر كثيرة فمثلا من المحتمل أن يتم إدخال جين مسئول عن إنتاج مواد سامة داخل خلايا بكتيرية وإطلاقها في العالم. ويعتقد أن هذا الاحتمال ضعيف لأن سلالات البكتيريا المستخدمة في هذه التجارب المعملية الأن أصبحت غير قادرة على الحياة إلا في أنابيب الاختبار. كما ان البكتيريا المستخدمة في تجارب DNA معاد الاتحاد ما هي الا بكتيريا E-Coli التي تعيش في امعاء الانسان

الجينوم البشرى

١-في عام ١٩٥٣م أثبت واطسون وكريك أن الجينات عبارة عن لولب مزدوج من الحمض النووي DNA



٢-في عام ١٩٨٠م ظهرت فكرة الجينوم وكان عدد الجينات البشرية التي تعرف عليها العلماء حوالى ٤٥٠ جين في منتصف الثمانينات تضاعف هذا العدد ثلاث مرات ليصل إلى ١٥٠٠ جين ، بعض هذه الجينات كانت المسببة لزيادة الكوليسترول في الدم (أحد أسباب مرض القلب) وبعضها يمهد للإصابة بالأمراض السرطانية

٣-توصل العلماء إلى ان هناك ما بين ٦٠: ٨٠ ألف جين في الأنسان موجودة على ٢٣ زوجا من الكروموسومات وتعرف المجموعة الكاملة للجينات باسم الجينوم البشرى وقد تم اكتشاف أكثر من نصف هذه الجينات حتى الأن.

٤-ترتب الكرموسومات حسب حجمها من رقم (١): (٢٣) فيما يعرف ب (الطرز الكروموسومي) ولا يخضع الكروموسوم (X) الجنسي لهذا الترتيب فهو يلي الكروموسوم السابع في الحجم ولكنه يرتب في نهاية الكروموسومات ويحمل رقم (٢٣)

٥-ألجدول التالي يوضح موضع الجينات على الكروموسومات في الإنسان:

الجين	جين البصمة	جينات فصائل الدم	- الجين المسئول عن تكوين الأنسولين - الجين المسئول عن تكوين الهيموجلوبين	- جين عمى الألوان - جين الهيموفيليا (نزيف الدم)
موضعه	الكروموسوم الثامن	الكروموسوم التاسع	الكروموسوم الحادي عشر	الكروموسوم (X)

٦-استخدامات الجينوم البشرى:

١-معرفة الجينات المسببة للأمراض الوراثية الشائعة والنادرة

٢-معرفة الجينات المسببة لعجز بعض الأعضاء عن اداء وظائف الجسم

٣ – الاستفادة منه في المستقبل في مجال صناعة العقاقير والوصول إلى عقاقير بلا أثار جانبية

٤ – دراسة تطور الكائنات الحية من خلال مقارنة الجينوم البشرى بغيره من جينات الكائنات الحية الأخرى

٥-تحسين النسل من خلال التعرف على الجينات المرضية في الجنين قبل ولادته والعمل على تحسينها

٦ – في (علم الجريمة) تحديد خصائص وصفات أي إنسان يعيش على سطح الأرض من خلال فحص شعرة رأسه أو حيوان منوي منه. فيمكن من خلال الجينوم البشرى أن نرسم صورة لكل شخص بكل ملامح وجهه.